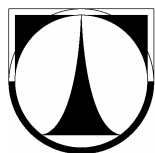


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

DIPLOMOVÁ PRÁCE



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Studijní rok: 2009/2010

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T010 Inovační inženýrství
Zaměření: Inovace výrobků

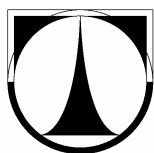
Inovace vodního kola Jenišovského mlýna

Innovation of the water – wheel of Jenisovsky mill

Autor: Bc. Jiří HAUZER
Vedoucí práce: Ing. Jiří ŽÁK, Ph.D. - KST
Konzultant: Luděk ŠTĚPÁN
Miloslav JIRÁNEK
Ing. Petr NOVOTNÝ, CSc. - KEZ
Hubert SITTE
Jiří HAUZER ST.

Počet stran: 116
Počet příloh: 4
Počet tabulek: 7
Počet obrázků: 134
Počet výkresů: 7

V Osečné dne 25.5.2010



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení **Bc. Jiří HAUZER**

Studijní program: **N2301 – Strojní inženýrství**
obor **3909T010 - Inovační Inženýrství**

zaměření **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

Inovace vodního kola Jenišovského mlýna

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s podmínkami řešení zadaného úkolu.
2. Prostudujte a popište historii a současný stav.
3. Seznamte se s parametry mlýnského náhonu.
4. Proveďte naplánování celého projektu vodního kola včetně jeho harmonogramu.
5. Identifikujte potřeby (dotazníkové šetření, interview...).
6. Vygenerujte návrhy vodního kola Jenišovského mlýna.
7. Proveďte výběr a ověření vybrané varianty vodního kola.
8. Vygenerujte návrhy přívodu vody na vybrané vodní kolo a zvolte vítězný návrh.
9. Vytvořte finální výkresovou dokumentaci včetně technického výpočtu.
10. Vytvořte prezentační prototyp.
11. Stanovte potřebné náklady na realizaci vítězného návrhu.

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: cca 65 stran textu včetně obrázků a příloh
- grafické práce: množství nezbytné pro snadné pochopení látky čtenářem
výkresová dokumentace

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

- Strojnické tabulky - Jan Leinveber, Pavel Vávra
- Hydraulika – Kolář, Patočka, Bém
- Metody inovačního inženýrství - Mašín, Ševčík
- Interní materiály města Osečná

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Žák, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Luděk Štěpán
Miloslav Jiránek
Ing. Petr Novotný, CSc.
Hubert Sitte
Jiří Hauzer st.

L.S.

prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Petr Louda, CSc.
děkan

V Liberci dne 20.12.2009

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

INOVACE VODNÍHO KOLA JENIŠOVSKÉHO MLÝNA

ANOTACE:

Diplomová práce se zabývá návrhem a konstrukcí vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné. Jejím hlavním cílem je navrhnout a zkonstruovat vodní kolo na horní vodu s inovačními prvky a připravit tak podklady na jeho výrobní realizaci se zřetelem na původní kolo a tím zatraktivnit zdejší region a zároveň vytvořit zdroj zelené energie.

INNOVATION OF THE WATER – WHEEL OF JENISOVSKY MILL

ANNOTATION:

This graduation thesis is concerned with the project and the construction of the water-wheel of Jenisovsky mill at 25 Osecna. The main purpose is to design and construct a water – wheel for the upper water which incorporates with the innovative elements and to prepare details for its production with regard to the original water – wheel. This should also attract attention to the local region and to create a source of green energy.

Klíčová slova: OSEČNÁ, NÁHON, MLÝN, VODNÍ KOLO, VANTROK, PROTOTYP

Keywords: OSEČNÁ, MILL RACE, MILL, WATER-WHEEL, TRUNK, PROTOTYPE

Zpracovatel: TU v Liberci, KST

Dokončeno: 2010

Archivní označ. zprávy:

Počet stran: 116

Počet příloh: 4

Počet tabulek: 7

Počet obrázků: 134

Počet výkresů: 7

MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultantů.

V Osečné dne 25.5.2010

.....

vlastnoruční podpis autora

PROHLÁŠENÍ K VYUŽITÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jsem si vědom toho, že diplomová práce je majetkem školy, že s ní nemohu sám bez svolení školy disponovat a že diplomová práce může být zapůjčena za účelem využití jejího obsahu.

Beru na vědomí, že po 5-ti letech si mohu diplomovou práci vyžádat v univerzitní knihovně TU v Liberci, kde je uložena.

Jméno a příjmení : Jiří Hauzer
Adresa : Liberecká 35,
463 52 Osečná

.....

vlastnoruční podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval panu Luděkovi Štěpánovi, uznávanému sekerníkovi v oblasti obnovy mlýnských kol a mechanismů, který mi poskytl řadu užitečných informací a praktických rad.

Nezastupitelnou roli v mé diplomové práci má poslední mlynář Jenišovského mlýna pan Miloslav Jiránek, který mi dal spoustu informací k provozu a údržbě mlýna.

Poděkování patří také panu Hubertovi Sitte a Miroslavu Šubrtovi, konstruktérům a strojnímu zámečnickovi Petru Polecovi, jejichž profesních poznatků jsem využil v konstrukci kola.

Dále bych chtěl poděkovat vedení města Osečná za zadání tématu diplomové práce a za průběžné zajištění přístupu ke všem potřebným informacím.

Poděkování patří také panu Ing. Jiřímu Žákovi Ph.D. za neúnavné vedení práce, obsahové nasměrování textu a práce, řadu podnětných rad a zkušeností a v neposlední řadě za pečlivé pročtení textu práce.

Nezapomenutelný dík patří panu Ing. Petru Novotnému CSc. z Katedry energetických zařízení, za cenné informace z oblasti hydromechaniky a panu Ing. Petru Zelenému Ph.D. z Katedry výrobních systémů, za pomoc při výrobě prototypu.

V neposlední řadě patří dík mé celé rodině a přátelům, kteří mi byli oporou během celé práce.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 10 |
| CÍL PRÁCE..... | 10 |
| METODIKA..... | 11 |
| TEORETICKÁ ČÁST | |
| 1 VODNÍ MLÝNY | 12 |
| 1.1 STRUČNÁ HISTORIE VODNÍCH MLÝNŮ | 12 |
| 1.2 ZAMĚSTNANCI VODNÍHO MLÝNA | 13 |
| 1.3 STARÝ ČESKÝ MLÝN | 14 |
| 1.3.1 Pohon a převody..... | 15 |
| 1.3.2 Mlýnská hranice | 15 |
| 1.3.3 Mlecí zařízení | 16 |
| 1.3.4 Prosévací ústrojí..... | 17 |
| 1.4 ČESKÉ MLÝNY V OBDOBÍ INDUSTRIALIZACE | 18 |
| 1.4.1 Poloumělečné mlýny..... | 18 |
| 1.4.2 Umělecké mlýny..... | 18 |
| 1.4.3 Válcové a automatické mlýny | 18 |
| 2 VODNÍ KOLA | 20 |
| 2.1 HISTORIE VODNÍCH KOL..... | 20 |
| 2.2 ROZDĚLENÍ VODNÍCH KOL | 21 |
| 2.3 KOREČNÍK NA HORNÍ VODU | 25 |
| 2.3.1 Klasické dřevěné vodní kolo: korečník na horní vodu | 26 |
| 2.3.2 Vodní kolo s železnou hřídelí: korečník na horní vodu..... | 28 |
| 2.3.3 Kovové vodní kolo: korečník na horní vodu..... | 29 |
| 2.4 PALEČNÍ KOLO | 32 |
| 2.5 HŘÍDEL S VODNÍM A PALEČNÍM KOLEM..... | 33 |
| PRAKTICKÁ ČÁST | |
| 3 MĚSTO OSEČNÁ | 34 |
| 3.1 LÁZEŇSKÝ KOMPLEX..... | 35 |
| 3.2 SPORTOVNÍ KOMPLEX | 36 |
| 3.3 TURISTICKÝ KOMPLEX..... | 36 |
| 3.3.1 Prameny Ploučnice | 37 |
| 3.3.2 Jenišovský rybník..... | 38 |
| 3.3.3 Jenišovský mlýn | 38 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 3.3.4 | <i>Mlékárenský rybník</i> | 39 |
| 3.3.5 | <i>Naučná stezka K Pramenům</i> | 39 |
| 3.3.6 | <i>Zelená cyklomagistrála Ploučnice</i> | 40 |
| 3.3.7 | <i>Rozhledna</i> | 41 |
| 4 | MLÝNY V OSEČNÉ | 42 |
| 4.1 | MLÝN 1 - JENIŠOVSKÝ MLÝN ČP. 25 | 43 |
| 4.2 | MLÝN 2 - FERKLŮV MLÝN ČP. 27 | 45 |
| 4.3 | MLÝN 3 - PORSCHŮV MLÝN ČP. 46 | 46 |
| 4.4 | MLÝN 4 - MLÝN ČP. 59 | 46 |
| 4.5 | MLÝN 5 - MLÝN ČP. 45 | 46 |
| 4.6 | MLÝN 6 - KOČVARŮV MLÝN ČP. 37 | 47 |
| 5 | MLÝNSKÝ NÁHON JENIŠOVSKÉHO RYBNÍKA | 48 |
| 5.1 | MĚŘENÍ PRŮTOKU NA NÁHONU | 49 |
| 5.1.1 | <i>Měření na přepadu v náhonu</i> | 50 |
| 5.1.2 | <i>Měření V - přepadem</i> | 52 |
| 5.1.3 | <i>Průtok vody v náhonu dle pana Miloslava Jiráka</i> | 53 |
| NÁVRHOVÁ ČÁST | | |
| PROJEKT VODNÍHO KOLA JENIŠOVSKÉHO MLÝNA ČP. 25 | | |
| 6 | ÚVOD DO PROJEKTU | 54 |
| 6.1 | O VODNÍM KOLE A PROJEKTU | 54 |
| 6.2 | ZDROJ PROBLÉMU | 56 |
| 6.3 | CÍL PROJEKTU | 56 |
| 6.4 | ZÁMĚR PROJEKTU | 56 |
| 6.5 | INOVACE PROJEKTU | 57 |
| 6.6 | ROZSAH PROJEKTU | 57 |
| 6.7 | HARMONOGRAM CELÉHO PROJEKTU | 57 |
| 7 | KONCEPT VODNÍHO KOLA | 59 |
| 7.1 | DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM | 59 |
| 7.2 | IDENTIFIKACE POTŘEB | 61 |
| 7.3 | GENEROVÁNÍ KONCEPTU VODNÍHO KOLA..... | 63 |
| 7.3.1 | <i>Průzkum již známých řešení vodního kola</i> | 63 |
| 7.3.2 | <i>Stanovení základních rozměrů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25</i> | 65 |
| 7.3.3 | <i>Dekompozice komplexního vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25</i> | 68 |
| 7.3.4 | <i>Generování návrhů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25</i> | 69 |
| 7.3.4.1 | <i>Varianta 1 - dřevěné vodní kolo</i> | 69 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 7.3.4.2 | Variant 2 - dřevěné vodní kolo | 70 |
| 7.3.4.3 | Variant 3 - míšené vodní kolo s rozetami | 71 |
| 7.3.4.4 | Variant 4 - míšené vodní kolo s rozetou | 72 |
| 7.3.4.5 | Variant 5 - míšené vodní kolo s rozetami | 73 |
| 7.3.4.6 | Variant 6 - míšené vodní kolo s rozetou | 74 |
| 7.3.4.7 | Variant 7 - míšené vodní kolo se svařovanou hřídelí | 75 |
| 7.3.4.8 | Variant 8 - míšené vodní kolo s osmi nosnými a pracovními částmi | 76 |
| 7.3.4.9 | Variant 9 - kovové vodní kolo s rozetami | 77 |
| 7.3.4.10 | Variant 10 - kovové svařované vodní kolo | 78 |
| 7.4 | VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY VODNÍHO KOLA PRO DALŠÍ VÝVOJ A ZLEPŠOVÁNÍ | 79 |
| 7.5 | VÝPOČET VÍTĚZNÉ VARIANTY VODNÍHO KOLA | 80 |
| 7.5.1 | Maximální výkon vodního kola | 80 |
| 7.5.2 | Výpočet krouticího momentu | 81 |
| 7.5.3 | Stanovení průměru hřídele vodního kola | 81 |
| 7.5.4 | Výpočet ohybových sil hřídele vodního kola | 81 |
| 7.5.4.1 | Výpočet tíhové síly hřídele | 82 |
| 7.5.4.2 | Výpočet tíhové síly vodního kola | 82 |
| 7.5.4.3 | Výpočet váhy vody v kole | 83 |
| 7.5.5 | Ruční výpočet reakcí R_A , R_B vodního kola | 84 |
| 7.5.6 | Výpočet hřídele vodního kola za pomoci softwaru Mechsoft | 85 |
| 7.5.7 | Určení ložisek hřídele vodního kola | 88 |
| 7.5.8 | Analýza hřídele vodního kola metodou konečných prvků | 89 |
| 7.5.9 | Kontrola pera hřídele vodního kola | 91 |
| 7.5.10 | Kontrola namáhání hřídele vodního kola | 91 |
| 7.5.10.1 | Namáhání konce hřídele s drážkou pro pero | 91 |
| 7.5.10.2 | Pevnostní kontrola hřídele pod vodním kolem | 92 |
| 7.5.11 | Výpočet profilu ramena | 92 |
| 7.6 | STANOVENÍ FINÁLNÍ SPECIFIKACE VYBRANÉHO VODNÍHO KOLA | 93 |
| 7.7 | INOVAČNÍ PRVKY K ZAJIŠTĚNÍ CO NEJVYŠŠÍ ÚČINNOSTI VODNÍHO KOLA | 94 |
| 7.7.1 | Vodní kolo se zadržovačem vody | 94 |
| 7.7.2 | Kolo s obráceným chodem, zadržovačem vody a upraveným vantrkem | 95 |
| 7.8 | MOŽNÉ VARIANTY VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE | 95 |
| 7.8.1 | Variant 1 | 95 |
| 7.8.2 | Variant 2 | 96 |
| 7.8.2.1 | Variant 2: Výpočet hrubého zisku za rok | 96 |
| 8 | PŘÍVOD VODY NA VODNÍ KOLO | 98 |
| 8.1 | NÁVRH VANTROKOVÉHO ŽLABU JENÍŠOVSKÉHO MLÝNA ČP. 25 | 98 |
| 8.2 | NÁVRHY ZPŮSOBU PŘÍVODU VODY NA VODNÍ KOLO | 99 |
| 8.2.1 | Variant 1 - stavidlo před vantrkem | 99 |
| 8.2.2 | Variant 2 - stavidla před vantrkem | 100 |
| 8.2.3 | Variant 3 - páková stavidla před vantrkem | 100 |
| 8.2.4 | Variant 4 - sklopka s otvorem ve dně vantrku | 101 |
| 8.2.5 | Variant 5 - stavidlo nad vodním kolem | 102 |
| 8.2.6 | Variant 6 - nadzvednutí vantrku mimo vodní kolo | 103 |
| 8.2.7 | Variant 7 - vyhnutí vantrku mimo vodní kolo | 104 |
| 8.3 | VÝBĚR KONEČNÉHO ZPŮSOBU PŘÍVODU VODY NA KOLO | 105 |

KONSTRUKČNÍ ČÁST

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9 | FINÁLNÍ VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE | 106 |
| 10 | PROTOTYP VODNÍHO KOLA..... | 106 |
| 11 | NÁKLADY NA REALIZACI MÉHO NÁVRHU | 108 |

| | |
|---|------------|
| ZÁVĚR | 110 |
| OBRAZOVÁ DOKUMENTACE | 113 |
| LITERATURA A OSTATNÍ ZDROJE INFORMACÍ..... | 115 |
| PŘÍLOHY | 116 |

Motto: „*Kdo nezná minulost, nemůže porozumět současnosti a poznat svoji budoucnost*“

ÚVOD

Vývoj civilizace je neodmyslitelně spojen s historií využívání vodní energie, která umožnila vytvořit potřebnou technickou základnu pro rozvoj stále se rozvíjejících technologií. Dlouhým vývojem se postupně přecházelo od nejjednodušších vodních kol klasických mlýnů po důmyslnější turbíny malých vodních elektráren. Následně byly tyto malé zdroje energie zavrhovány a byly nahrazovány centrálními tepelnými elektrárnami. Vzhledem k nevídanému znečišťování životního prostředí a nárůstu spotřeby elektrické energie se začalo využívat atomové energie v jaderných elektrárnách. Lidstvo si však uvědomilo, že takto nelze postupovat do nekonečna a proto se v současné době opět navracíme zpět k obnovitelným zdrojům energie. Jedním z těchto zdrojů je takřka všudypřítomná vodní energie. Vedle účelu výroby zelené energie je v dnešní době důležitá i obnova historických vodních děl a to především z hlediska turistického ruchu. Je řada možností, jak tato díla obnovovat a jakým směrem se uchylovat. Někde se obnovují celé mlýny do původního stavu včetně obnovy a ukázky mlynářského řemesla, jinde se snaží vodní kola inovovat, využít nových poznatků a materiálů a energii využít k výrobě elektrické energie, případně jejich kombinací.

Cíl práce

Tématem mé diplomové práce je návrh a konstrukce vodního kola Jenišovského mlýna s inovačními prvky. Tato práce mi byla zadána z důvodů záměru města Osečná vytvořit v rekonstruovaném mlýnském náhonu Jenišovského rybníka vodní kolo nové generace.

Hlavním cílem je navrhnout a zkonstruovat vodní kolo na horní vodu Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné a připravit tak podklady na jeho výrobní realizaci se zřetelem na původní kolo a tím zatraktivnit zdejší region a zároveň vytvořit zdroj zelené energie.

Z důvodu omezení rozsahu práce není možné se zabývat detailně konstrukcí vantrokového systému a počítat převodové ústrojí pro pohon mlýnských strojů či generátoru k výrobě elektrické energie, případně jejich kombinaci. Z tohoto důvodu provedu jen nastínění možných řešení.

Svoji práci jsem rozdělil na část teoretickou, praktickou a část návrhovou a konstrukční. V teoretické části se zabývám kapitolami, které mi napomohly řešit konstrukci vodního kola. V praktické části seznamuji čtenáře s historií mlýnů v Osečné a jejím současným stavem

s přihlédnutím na Jenišovský mlýn a dále se zabývám problematikou mlýnského náhonu Jenišovského rybníka. Návrhová a konstrukční část je pak věnována samotnému vodnímu kolu, tj. generování návrhů variant, výběru a ověření vítězné varianty, tvorbě finální výkresové dokumentace a prezentačního prototypu. V závěru jsem shrnul průběh práce a zhodnotil splnění stanoveného cíle.

Jsem přesvědčen, že cíl, který mi byl stanoven, je dosažitelný a doufám, že s podporou města Osečná a majiteli mlýna jej budu schopen naplnit a realizovat v praxi tak, aby má práce v této oblasti byla městu přínosem.

Metodika

Podklady pro zpracování mé diplomové práce jsem získával z různých zdrojů. Pro vypracování teoretické části jsem čerpal především z odborných literatur a periodik z oblasti mlynářství a vodních motorů. Přesný výčet je uveden v seznamu použité literatury.

Zdrojem při získávání praktických informací pro mě bylo seznámení a osobní kontakty s jedním z posledních odborníků v oblasti obnovy mlýnských kol v Čechách, panem Ludkem Štěpánem ze Zaječic. Cenné informace jsem dostával od posledního mlynaře Jenišovského mlýna pana Miloslava Jiráňka. Další poznatky jsem získával osobně od odborníků, s kterými jsem se cíleně kontaktoval. Kupříkladu pan Miroslav Šubrt, odborník na vodní motory mi předal řadu poznatků z oblasti výroby a usazení vodních kol. S dlouholetým konstruktérem Hubertem Sitte jsem konzultoval výrobní postupy při výrobě jednotlivých dílů vodního kola.

Dalším potřebným a cenným zdrojem informací pro mě byly interní materiály města Osečná.

Úvodní pasáž bych zakončil vzkazem Leonarda da Vinciho:

„Všem vynálezům vzkazuji: nepyšněte se svou znalostí světa, holedbejte se pouze tím, co sami navrhnete.“

TEORETICKÁ ČÁST

1. VODNÍ MLÝNY^{1.1}

1.1 Stručná historie vodních mlýnů

„Pojmem vodní mlýn se dříve nazývalo vše, co bylo hnáno vodou, respektive vodním kolem. Dnes je mlýn chápán jako soubor strojů určených k rozmělnění materiálů. Mlýnem máme často na mysli i budovu, v níž se tyto stroje nacházejí.

První vodní mlýny jsou známy z oblasti Malé Asie z 1. století př.n.l. Mezi nejstarší zmínky o vodním mlýně patří zpráva Římanů, jež mluví o tom, že v dobyté rezidenci krále Mithridata (120-63 př.n.l.) v Malé Asii poznali vodní mlýn. Další dobové svědectví o využití vodní síly bylo nalezeno v epigramu básníka Antipatra z 1. století před.n.l. Samozřejmě hlavním předpokladem vzniku vodních mlýnů byl kromě otočných mlecích kamenů vynález vodního kola, jehož počátky nalézáme v civilizacích starého Egypta snad již před třemi tisíci lety.

První písemné zmínky o vodních mlýnech v Čechách jsou v Kronice české z roku 1541 od Václava Hájka z Libočan, v nichž se zmiňuje o založení Žatce (718) a postavení mlýna pod městem (757). Mezi nejstarší věrohodné údaje patří zmínka o mlýnech v Kláštře Hradiště nad Jizerou (1100) a dále zprávy o mlýně v Uněticích za vlády panovníka Zbytihněva (1125-1140). Od 12. do 16. století se v Čechách stavěly mlýny především při klášterech, městech, hradech a tvrzích. Panovník, šlechta a církevní instituce podporovali výstavbu mlýnů jako zdroje jistých finančních příjmů. Pravděpodobně již ve 13. století byl zaveden mlýnský přímus, kterým si vrchnost zajistila výsadu nuceného mletí ve svých mlýnech a pravidelné platby za mletí. Značné rozšíření počtu vodních mlýnů u nás nastalo během 16. století. Umožňovala to zlepšená hospodářská situace, výnosy obilí a možnost využití vodní energie i drobných vodotečí ve vyšších polohách a to díky zavádění vodních kol na vrchní vodu. Mlýny se v té době stávaly svéráznou součástí venkovských sídel a české krajiny. Největší počet mlýnů u nás je dokumentován v 19. století – 6 940 (statistika z roku 1875).

Typy novověkých mechanických mlýnů v Čechách podle způsobu pohonu, případně dle umístění mlýnice vůči vodoteči se řadily na:

- 1. **Nábřežní** – kola na spodní vodu jsou ve vodoteči, mlýnice na břehu*
- 2. **Kůlové** – kola na spodní vodu jsou ve vodoteči, mlýnice na kůlech při břehu vodoteče*
- 3. **Lodní** – kolo na spodní vodu je ve vodoteči, neseno spolu s mlýnicí na dvou lodích*
- 4. **Na náhonu** – voda je ke mlýnu přiváděna z hl. vodoteče umělým náhonem; kola vrchní, střední, spodní nebo turbíny*

5. **Rybniční** – pod hrází rybníka, odkud je voda vedena potrubím nebo žlábkem na kola
6. **Potoční** – přímo na drobné vodoteči, kolo na vrchní vodu

Úpadek malých mlýnů v Čechách započal na přelomu 19. a 20. století a měl několik příčin:

- I. Menší vodní mlýny zanikaly přirozeným způsobem z důvodů velké konkurence mezi jednotlivými mlynáři a důsledkem silné koncentrace výroby v nově vznikajících moderních válcových mlýnech.
- II. Při mlýnech se budovaly malé vodní elektrárny, které původní výrobu vytlačily.
- III. Zánik mlýnů v důsledku výstavby velkých vodních děl – přehrad.
- IV. Zánik mlýnů v důsledku postupující těžbě nerostných surovin.
- V. Nucené či násilné rušení mlýnů v období II. světové války a po únorových událostech roku 1948.

Druhá polovina 20. století přinesla dovršení koncentrace výroby ve velkých mlýnech a znamenala definitivní zánik téměř všech drobných mlýnských provozů.

V současné době se opět objevují snahy staročeské mlýny uvést do podoby, v jaké sloužily svému účelu. Nejlepším důkazem toho jsou vodní díla na říčkách a potůčcích, obnovená obětavými nadšenci, někdy doplněná vodním kolem či turbínou k výrobě el. energie. Zasluhou těchto lidí a také díky státní památkové péči staré mlýny opět zdobí českou krajinu. “^{1.1}

1.2 Zaměstnanci vodního mlýna

„Počet zaměstnanců mlýna se řídil jeho velikostí. Běžně pracoval pod vedením majitele mlýna - pana "otce" mlynáře tým složený ze: stárka, mládka, práška, sekerníka a krajánka. Byly však i chudé mlýny, kde veškerou práci musel zastat mlynář sám, jen s občasnou pomocí své ženy nebo nezletilého potomka.

Mlynář - zvaný ostatními Pan Otec byl vyučený mlynář, který byl majitelem mlýna nebo alespoň jeho nájemcem.

Stárek - starší vyučený mlynář, který řídil provoz mlýna.

Mládek - mlynářský tovaryš, vyučený mlynářskému řemeslu.

Prášek - mlynářský učeň, kterého se stárek s panem otcem snažili zasvětit do všech tajů mlynářského řemesla.

Sekerník - odborník na práci se dřevem, odborník na dřevěné stavby technického charakteru a dřevěná strojní zařízení. Býval trvalým zaměstnancem mlýnů nebo smluvně zajišťován k provedení určitých staveb nebo větších oprav. Existovali vyhlášení sekerníci, kteří se zabývali

výpočet výkonů, převodů. Dokázali vyrábět vodní i ozubená kola, řemenice a celá strojní zařízení menších mlýnů.

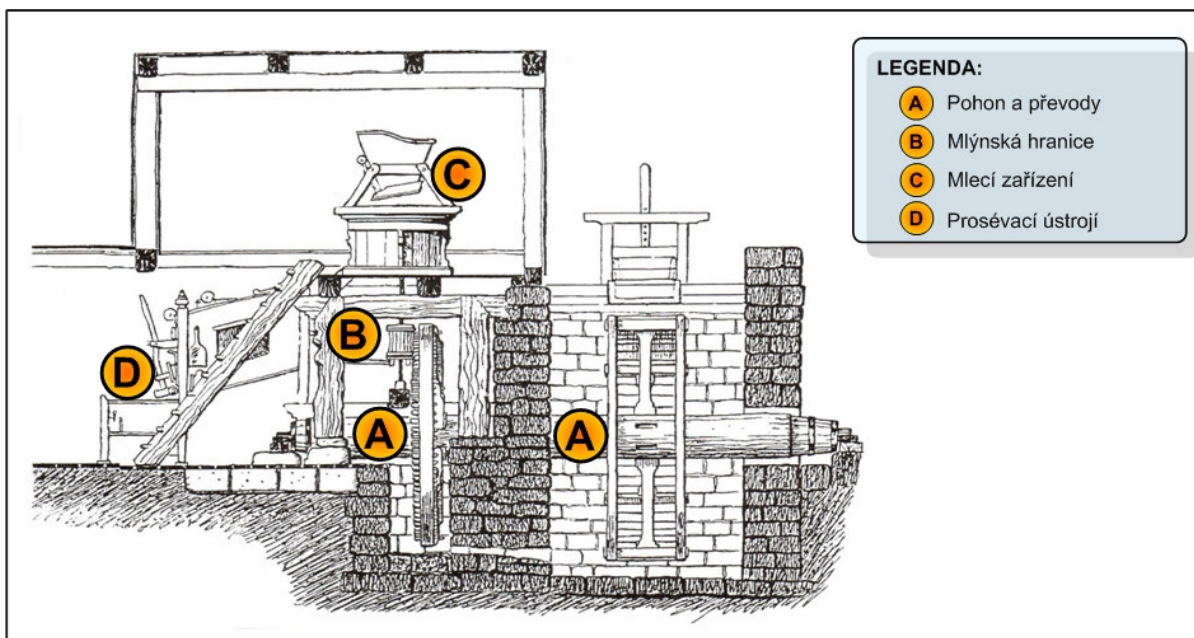
Krajánek - mlynářský pomocník, bez stálého zaměstnání, který putoval krajem od mlýna k mlýnu. “^{1.1}

1.3 Starý český mlýn

„Starým českým mlýnem je označován náš mechanický obilní mlýn z období od konce 15. století, tj. od zavedení hasačertu, do první poloviny 20. století - pokud se tedy mlelo na kamenech a prosévalo moučným pytle. Název starým český mlýn se však začal používat až v době, kdy bylo třeba rozlišit tento mlýn od modernějšího amerického. Podobně vznikl v Německu pojem starý německý mlýn, který se jen nepatrně odlišoval od toho českého (např. ve výšce a průměru mlecích kamenů...).

Podobně došlo k zavedení výrazu české složení, jako jednoho z mlecích zařízení. Později, kdy přibývalo označení modernějších mlýnů jako umělecké, se častěji pro staré české složení používalo názvu obyčejné.

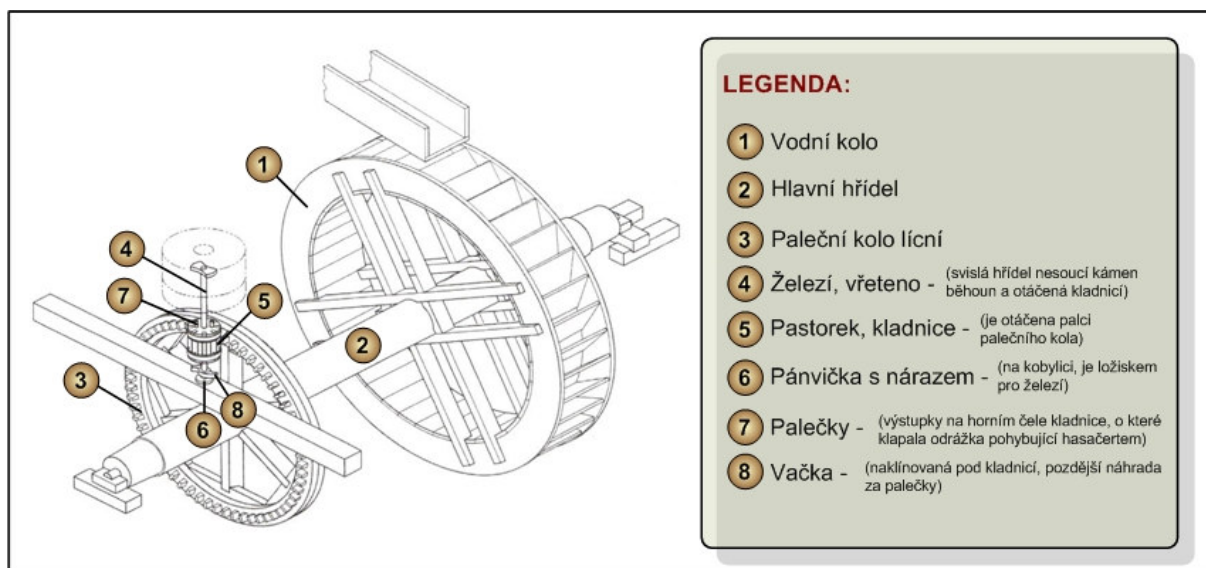
Mlecí složení starého českého mlýna představovalo ucelený stroj s vlastním pohonem a skládalo se z těchto hlavních částí: pohonu s převodem, mlýnské hranice, mlecího zařízení a prosévání (viz. obr. 1.1). “^{1.1}



Obr. 1.1 Starý český mlýn^{1/1}

1.3.1 Pohon a převody

„Starý český mlýn měl pro každé mlecí složení jedno vodní kolo. Základní řešení spočívalo ve stavbě vodního kola, umístěného vně návodní zdi v lednici, jehož mohutná dubová hřídel procházela pod hranicí, kde nesla paleční kolo. To zasahovalo dolní polovinou do vyzděné prohlubně podkolí s kamenným žlabem naplňovaným vodou vždy, když kolo příliš vysychalo. Při složení s jednoduchým převodem mělo paleční kolo palce na boční straně do mlýnice a nazývalo se lícní. Palce lícního kola zapadaly do pastorku na svislém železí, uloženém dolním koncem v pánvičce s nárazem osazeném v kobylici. Na vrcholu železí ležela zapaštěná kypřice – ta byla zabudována do mlecího kamene běhounu, kterým otáčela. Od železí také vycházel pohyb prosévacího pytlíku a to za pomoci vačky pod pastorkem (dříve se využívalo palečků, o které klapala odrážka pohybující hasačertem) (viz. obr. 1.2).“^{1.1}

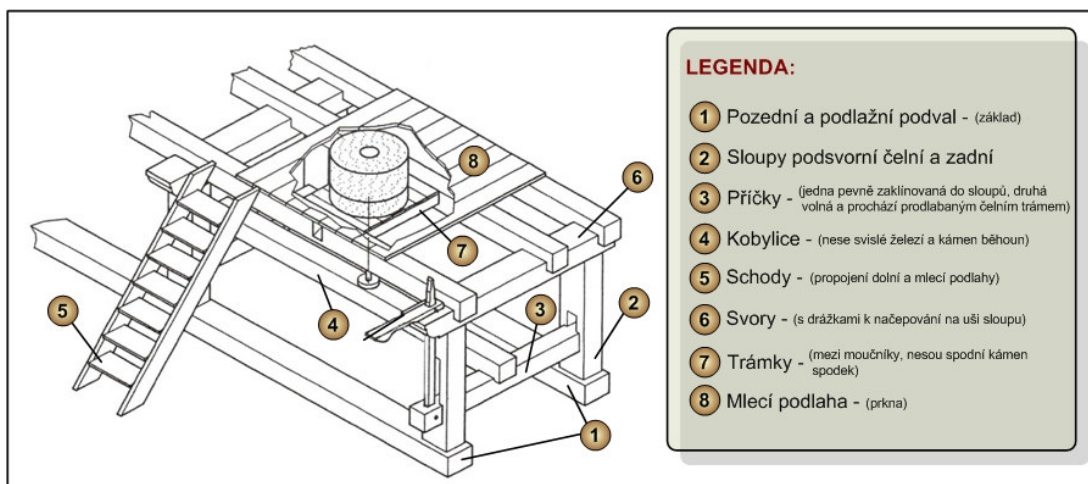


Obr. 1.2 Starý český mlýn – pohon a převody^{1/2}

1.3.2 Mlýnská hranice

„Mlýnská hranice je nosnou konstrukcí pro mlecí zařízení – kameny, nasýpací koš, lup a mlecí podlahu, kterou s dolní podlahou spojovaly příkré schůdky. Otočný kámen běhoun nesla hranice pomocí svislého železí osazeného na kobylici, uloženého na dvou vodorovných příčkách. Hranice se umísťovala podél návodní zdi, která při jednom až dvou složeních nejčastěji spoluvytvářela zadní průčelí mlýna. Hranici, odolávající váze kamenů a otřesům při provozu mlýna, stavěli mlynáři, sekerníci nebo tesaři jako masivní konstrukci převážně z dubových trámů. Dominantou hranic je výzdoba čelních sloupů a hlav vodorovných příčných trámů prováděnou nejen u panských, ale i u selských mlýnů. Tato pracná a náročná

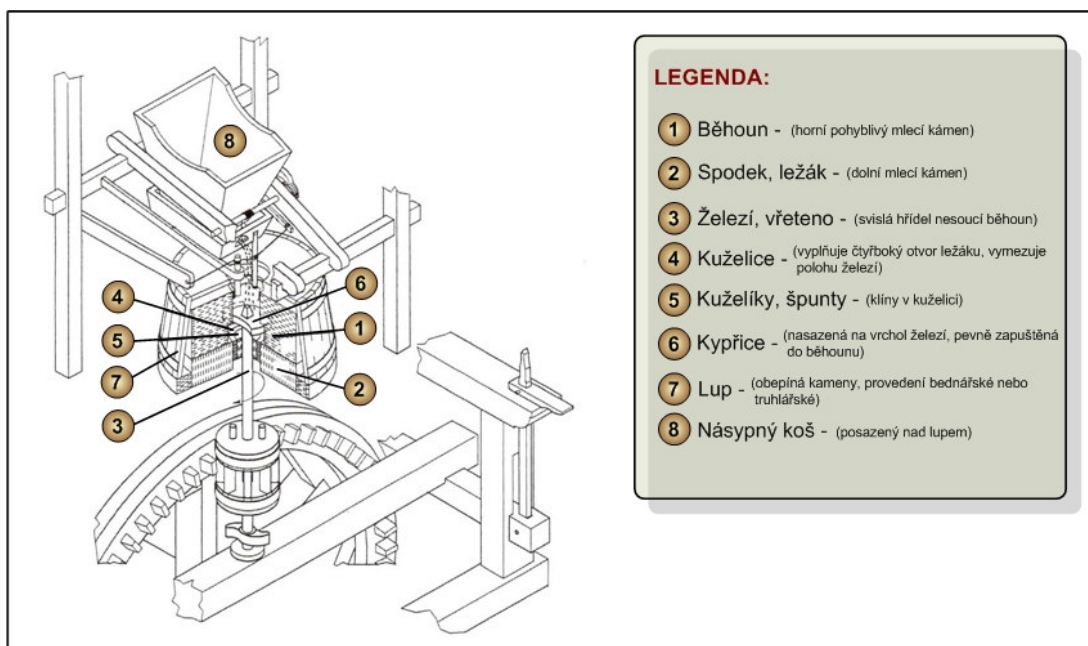
výzdoba byla určena pro příchodí a mlecce, kteří u starých mlýnů odebírali melivo právě v prostoru před hranicí (viz. obr. 1.3).“^{1.1}



Obr. 1.3 Starý český mlýn – mlýnská hranice^{1/3}

1.3.3 Mlecí zařízení

„Základem mlecího ústrojí byly mlecí kameny. Dolní nepohyblivý spodek čili ležák seděl na trámcih obklopen podlahou a obrubou, které částečně převyšoval. Jeho otvor, v horní části čtverhranný, vyplňovala kuželice s kuželíky přesně vymezující polohu železí procházejícího středem a otáčejícího horním kamenem běhounu. Běhoun nesla kypřice zapuštěná do jeho spodní plochy a nasazená na vrcholu železí. Na obrubě kolem spodního kamene seděl lub (dřevěná schránka) a oba kameny uzavíral. Mezi kameny se obilí sypalo pomocí násypného koše, zavěšeného nad lupem. Z lupu se melivo tlačilo otvorem výmětem v čelním trámu moučnicku a dále truhlíčkem do moučnice k prosévání (viz. obr. 1.4).“^{1.1}

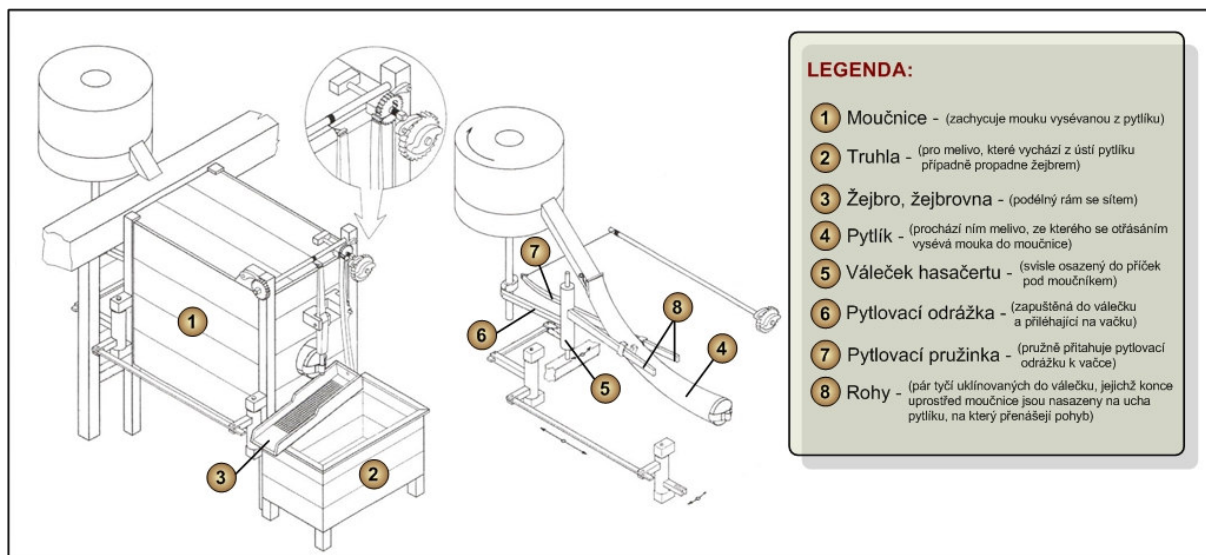


Obr. 1.4 Starý český mlýn – mlecí zařízení^{1/4}

1.3.4 Prosévací ústrojí

„Do vynalezení hasačertu se rozemleté obilí jdoucí od kamenů zachycovalo přímo do dřevěných nádob – násypek nebo do pytle (měchu). Třídění meliva prováděli pak zaměstnanci mlýna ručně za pomoci žíněných sít a dalších pomůcek.

Od vynalezení hasačertu v 70. letech 15. století se stala typickým vybavením mlýnice moučnice, kterou procházel prosévací pytlík utkaný z ovčí vlny nebo žíní. Před touto moučnicí se nacházela truhla a vlastní hasačert ukrytý mezi palečným kolem a moučnicí. Základem hasačertu byl svisle umístěný váleček, který se nacházel pod čelním trámem moučnice. Pohyb válečku zajišťovala do něho zapuštěná odrážka přiléhající na vačku, která se otáčí s železím. Do válečku pronikala ještě pytlovací pružinka, která měla za úkol přitlačovat odrážku na vačku tak, aby mohly otrásat moučným pytlíkem. Moučný pytlík je na horní části opatřen kováňím a háčky, za něž je zavěšen na dřevěný truhlíček, kterým do něho přichází melivo. Jeho dolní konec je okován do kruhu a má ucho k napínání. Otráskáním pytlíku se z meliva vyčleňují jemné části a padají do moučnice. Hrubší části vypadávají přes žejbro do truhly. Truhla, někdy nazývaná moučná či šrotová byla u českých mlýnů vždy samostatná. Němečtí mlynáři tuto truhlu většinou nestavěli samostatně, nýbrž navazovala přímo na moučnici (viz. obr. 1.5).“^{1.1}



Obr. 1.5 Starý český mlýn – prosévací ústrojí^{1/5}

1.4 České mlýny v období industrializace

„Znakem mlynářství v začátcích 19. století je tzv. umělecký nebo také umělý, americký či anglický mlýn. Mlynářství ve zmíněném období bylo odrazem pokroku ve strojírenství, přímo je ovlivňoval vynález mechanického mlýna v Americe, vysokého mletí v Rakousku i způsobu suchého mletí v Maďarsku. S tím souviselo i zavádění jednotlivých čistících a třídících strojů i nápad Francouzů přenášet pohyb řemeny. Pro větší mlýny byl rozhodující vynález parního stroje a vodní turbíny.“^{1.1}

1.4.1 Poloumělecké mlýny

„Tyto mlýny byly budovány ve snaze modernizovat starý český mlýn nejlevnějšími prostředky. Úpravy téměř vždy prováděli sami mlynáři nebo sekerníci – proto také vybavení takového mlýna má mnoho podob s různým stupněm řešení čištění zrna a třídění meliva. Základem zůstávalo mletí francouzskými kameny, případně šrotování na obyčejných, převážně pískovcových kamenech. Třídění mouky probíhalo v původní nebo zvětšené moučnici, kde se místo otřásaného pytlíku otáčel moučný hranolový vysévač. Mouka padala do moučnice, hrubší části vycházely před moučnici na žejbro. U polouměleckých mlýnů se dále dbalo na pořízení strojů k předčištění a čištění zrna. Nad mlecími kameny stál hranolový vysévač (šestiboký hranol s nakloněnou hřídelí). Jeho první dvě pole zbavily zrno prachu a drobných nečistot, ve třetím poli propadlo celé zrno a větší příměsi vyšly z nižšího konce vysévače tzv. výskoku. Výjimečně byl poloumělecký mlýn doplněn kapsovým výtahem, umožňujícím vynášení meliva znovu nad mlecí kameny, případně zrna k čištění.“^{1.1}

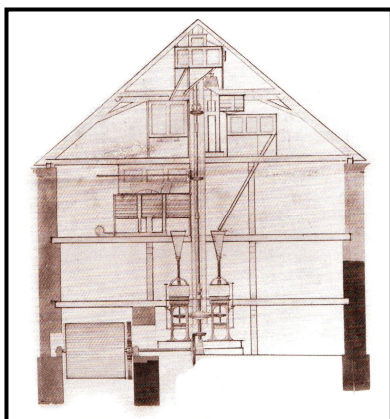
1.4.2 Umělecké mlýny

„Podoba mlýnů od 2. poloviny 19. století se výrazně měnila. Zatímco kapacitu starých mlýnů charakterizovala délka objektu a množství vodních kol naznačujících počet složení, budovy nových uměleckých mlýnů rostly do výšky pěti až sedmi podlah.

Příklad vybavení jednotlivých podlaží uměleckého mlýna (viz. obr. 1.6):

- **Přízemí:** hnací zařízení, transmise, pohon k jednotlivým zařízením za pomoci řemenů.
- **První podlaha:** mlecí složení z kamenů, šrotové stolice, vymílací stolice, sklad.
- **Druhá podlaha:** prostor, kam se sbíhá melivo, částečně i sklad mouky.
- **Třetí podlaha:** stroje k čištění a třídění.
- **Čtvrtá podlaha:** vysévače moučné a krupicové.

- **Pátá podlaha:** vysévače šrotové a směšové.



Obr. 1.6 Plán uměleckého mlýna ^{1/6}



Obr. 1.7 Inzerát nabízející modernizaci mlýna ^{1/7}

Pohon uměleckého mlýna se často řešil z jednoho centrálního zdroje, u vodních kol to znamenalo zvýšení výkonu zvětšením šířek (až přes tři metry) na úkor počtu kol. Před zavedením řemenů přenášela pohon hlavní svislá královská hřídel, která prostupovala z přízemí až do hřebene střechy. Nové stroje těchto mechanizovaných mlýnů přinášely dokonalejší předčištění obilí, třídění meliva, míchání a ukládání mouky. Dopravu zrna a meliva do vyšších podlaží zajišťovaly v té době již běžné kapsové výtahy. “ ^{1.1}

1.4.3 Válcové a automatické mlýny

„Další etapou zprůmyslnění mlynářské výroby přineslo zavedení válcových stolic. Jejich tovární výroba znamenala konec řemeslné práce mlynářů a sekerníků na hlavním zařízení mlýna – mlecím stroji. Zlepšení činnosti válců nastalo připojením roztěrače nebo detažéru, což byl rýhovaný válec s oválnou plotnou připojenou pod mlecí stolicí. Další zlepšení znamenalo zavádění čtyřválcových stolic s rýhovanými válci. Vlastní šrotování se pak postupně zkracovalo a ustálilo na šesti až osmerém vylučování. Venkovské mlýny v té době využívaly tříválcové stolice s ocelovými válci zvanými kruhovky, které se s dvouválcovými porcelánovými stolicemi používaly k přemílání a šrotování. Naše mlynářství v té době prožívalo období, kdy i na malých mlýnech s jedinou stolicí nechal mlynář zhotovit hrdý nápis „Válcový mlýn“ jako znak kvalitnější mouky.

Zavedením válcových stolic i ostatních strojů umožnilo výrobu postupně automatizovat. Začátkem 20. století vznikaly poloautomatické a následně automatické mlýny, vybavené zvláštními stroji pro všechny stupně šrotování a vymílání, čímž byla naše mouka schopná konkurovat dovážené mouce. “ ^{1.1}

^{1.1} ŠTĚPÁN L., KŘIVANOVÁ M.: *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, ARGO 2000, 308 s., ISBN 80-7203-254-2

2. VODNÍ KOLA

„Vodní kola nebo též mlýnská kola jsou jedny z nejstarších strojů, které začal člověk pro pohon využívat. Jedná se o pomaluběžné rotační motory, ve kterých (až na výjimky) účinkuje voda svou polohovou energií. Voda působí na kolo hlavně svou vahou, to znamená, že se polohová energie mění v mechanickou energii.“^{2.4}

„Dlouhá léta se držela ustálená koncepce, která vycházela z výsledků ověřených v praxi. Bylo to dáno tím, že kola stavěli odborní řemeslníci - sekerníci. Teprve až mnohem později začala být vodní kola předmětem zájmu inženýrů a vědeckých pracovníků. Začaly se na nich uplatňovat zákonitosti hydrodynamiky a konstrukční výpočty. To přispělo ke zvýšení jejich účinnosti. Bohužel k tomu došlo již v době nástupu prvních vodních turbín. Ty, částečně vlivem módní vlny, začaly vodní kola houfně vytlačovat.“^{2.4}

2.1 Historie vodních kol^{2.1}

„Vývoj civilizace je neodmyslitelně spojen s historií využívání vodní energie, která umožnila vytvořit potřebnou technickou základnu pro rozvoj technologie.

Ve 2. století př. n. l. se v Ilyrii (v západní části Balkánského poloostrova) snad poprvé konstruuji vodní kola s vertikální hřídelí pro pohon mlýnských kamenů. Jde o první aplikaci neústrojné přírodní síly na zařízení vázané na pevné místo. Později (1. století př. n. l.) se začíná využívat zlepšený způsob vodního kola s horizontální osou a přenosem otáčení na vertikálně uspořádané mlýnské kameny spojovaný se jménem římského stavitele Vitruvia Pollia.

Úpadkem moci Říma kolem roku 450 n. l. se začíná uplatňovat vodní energie v širší míře k ulehčení lidské práce. Během několika století se vyvíjí vodní kolo od speciálního zařízení používaného při mletí obilí ve všeobecně využívaný energetický stroj. Vodní kola se nejen široce uplatňují, ale vyvíjí se i jejich řešení. Ve 14. století se objevují konstrukce tzv. korečníků, tj. vodních kol se svrchním nátokem, které umožňovalo zvýšení výkonu až na dvojnásobek. V 16. století se používá vodních kol o průměru až 12 m a výkonu až 7,5 kW. V 17. století se kromě klasického řešení používají i vodní kola využívajícího dynamického účinku vodního paprsku, která jsou určitou předetapou vývoje rovnotlaké vodní turbíny.

Teprve v 18. století je empirie při realizaci vodních kol podložena teoretickým a experimentálním zkoumáním proudění a modelovým výzkumem. V druhé polovině 18. století navázal angličan John Smeaton (1742 - 1792) na výzkum Švýcarů Dauila Bernoulleho a Leonharda Eulera a rozvinul teorii stavby vodních kol s návrhy na první kovové části (hřídel,

rozeta). Konstrukteři pak uváděli do praxe výkonnější kola s lepším účinkem s přibývajícím použitím kovů, jakými bylo např. kolo Ponceletovo, Sagebienovo a Zuppingerovo. Současně se v té době objevují první nová řešení vodních motorů pracujících na reakčním principu, vedoucí k vývoji vodní turbíny. Přelom 19. a 20. století představuje vyvrcholení vývoje základních typů vodních kol a následné intenzivní orientace na vodní turbíny.

V Čechách se začátky vodních kol váží k prvním vodním obilním mlýnům. Na začátku novověku se v našem prostředí ustálila stavba vodních kol těchto základních typů: kola na spodní vodu – lopatková či hřebenáče (na větších tocích s malým spádem) a kola korečková zvaná vlk (na malou vodu s menším spádem). Na vodotečích s větším spádem se do konce středověku uplatňovala kola na vrchní vodu, kde koreček vytvářela lopatka, boky kola a jeho podbití, později ještě svorec. Zmíněné hřebenáče, typické pro mlýny v nížinách, a obojí korečníky, stavěné v podhůřích, zůstaly dlouho do 20. století převážejícími typy kol u nás.“^{2.1}

2.2 Rozdělení vodních kol^{2.1}

1) Podle způsobu využívání vodní energie:

1a) Vodní kola lopatková

Lopatková vodní kola převážně využívají kinetické energii vody (voda se opírá do plochy). Stavěla se nejprve s rovnými lopatkami radiálně umístěnými, na které voda natékala přibližně kolmo. Kolem kola byl vytvořen těsný betonový, zděný nebo dřevěný žlab, aby voda přes hrany lopatek nepřetékala. Jednalo se hlavně o kola se spodním popřípadě středním nátokem. Stavěla se pro spády 0,1 – 2,5 m, průtok 1,5 – 5 m³s⁻¹.

1b) Vodní kola korečková

Tyto kola využívají převážně potenciální energii, tedy tzv. „střední a horní vodu“. Voda vtéká do korečků (polouzavřených nádob) i s jistou kinetickou energií a je třeba této složky energie také využít k dosažení co největší hydraulické účinnosti vodního kola.

Pro optimální provoz se korečky plní z 1/3 až 1 své hloubky při obvodové rychlosti 1,5 až 2 m/s. Při větších obvodových rychlostech působí odstředivé síly a voda se předčasně vylévá. Účinnost se také zhoršuje, když vodní kolo brodí v dolní vodě, zejména u kol s rotací proti proudu dolní vody. Kola se stavěla pro spády 2,5 až 12 m a průtoky v rozmezí 0,05 do 0,6 m³s⁻¹.

2) Podle místa nátoky vody na kolo:

2a) Kola na spodní vodu

Kola na spodní vodu jsou nejstarším typem, mají rovné lopatky a jsou do vodního toku ponořena svou spodní částí. Pokud voda v potoku nebo řece poklesla, často se kola dostala celým obvodem nad vodní hladinu a zastavila se. Směr otáčení těchto kol byl opačný než směr proudu vody (viz. obr. 2.1-2a).

Mezi kola na spodní vodu patří:

- Vlk (s korečky bez podbití)
- Hřebenáč (lopatky vysunuté z obvodu kola) – např. stříkový hřebenáč
- Lopatník (lopatky nejsou vysunuté z obvodu kola) – např. lopatník s přepadem, lopatník s kulisou, lopatník s voletem
- Povodní kolo (s možností sklápění lopatek při velké vodě přesahující nad úroveň hřídele, jen výjimečně)
- Hubenáč (kolo u povodního mlýna, které se při velké vodě dalo zvedat)
- Moderní kola na spodní vodu – např. Sagebienovo kolo, Ponceletovo kolo, Zuppingerovo kolo s voletem (nízkospádové)

2b) Kola na vrchní vodu

Kola na vrchní vodu mají místo lopatek jakési dřevěné „truhlíčky“ (korečky). Voda se na kolo přivádí svrchu, pomocí vantroku. Kola se otáčejí stejným směrem jako plyne proud. Mají až dvakrát vyšší účinnost než předchozí kola, nejsou tak závislá na stavu vody v toku, stavba vantroku však vyžaduje poměrně náročná technická řešení (viz. obr. 2.1-2b).

Mezi kola na vrchní vodu patří:

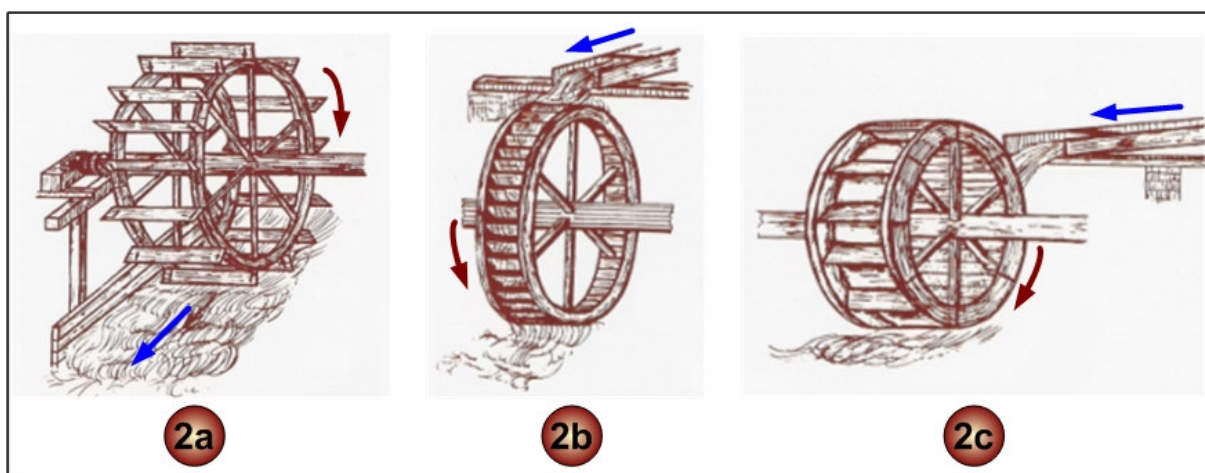
- Korečníky – např. korečník na horní vodu, korečník na horní vodu s obráceným chodem
- Vratné korečníky (dvě řady korečků plněných podle potřeby směru otáčení pro potřeby v dolech)
- Belík, valach (malý průměr, bez kruhů a široké lopatky)

2c) Kola na střední vodu

Jakýmsi kompromisem mezi oběma předchozími typy jsou kola na střední vodu. Tento typ kol využívá kinetickou i potenciální energii vody, která je k němu přiváděna výše, než je hladina odtékající vody (viz. obr. 2.1-2c).

Mezi kola na střední vodu patří:

- Korečník s vnitřním podbitím
- Korečník s vnějším podbitím – např. korečník s vnitřním nátokem (Božkovo kolo)
- Moderní kola na střední vodu – např. Zuppingerovo kolo s přepadem, Bachovo kolo, Zuppingerovo kolo s kulisou



Obr. 2.1 Základní členění vodních kol ^{2/1}

„Volba typu kola závisela na přírodních podmínkách, na množství vody, jejím spádu a také na zkušenosti mlynáře.“

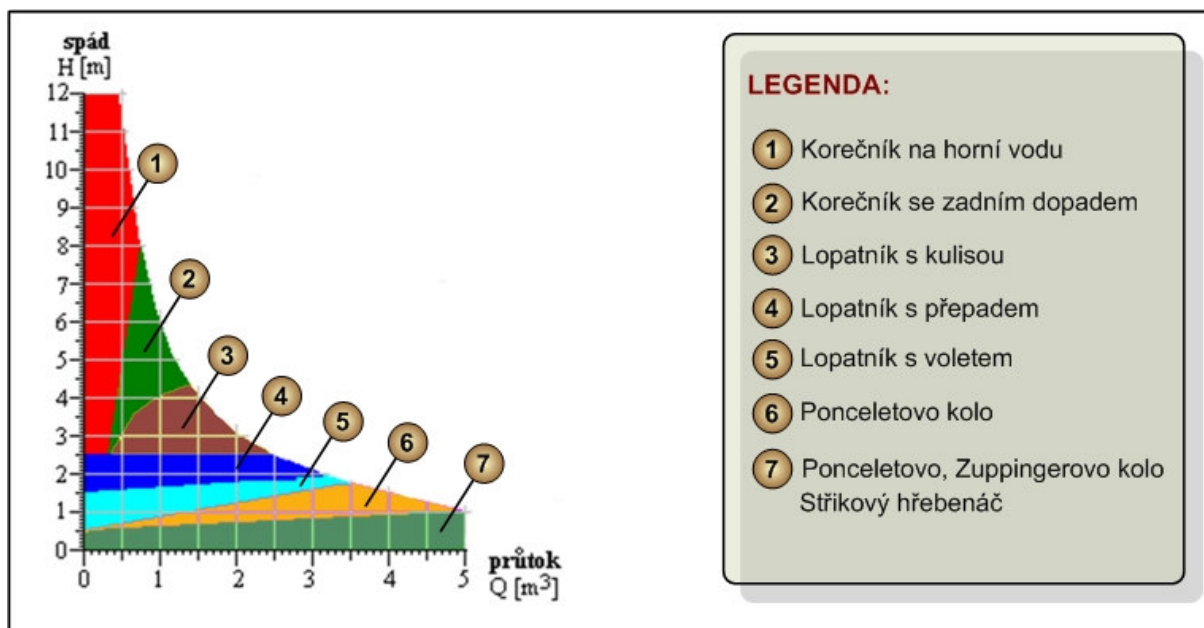
Zvláštním typem byla vodní kola používaná na lodních mlýnech. Lodní mlýny byly, jak už název napovídá, postaveny přímo na lodích, zakotvených na větších řekách. Kola byla samozřejmě na spodní vodu, nehrozilo jim tedy „vyschnutí“. Je zřejmé, že při poklesu hladiny klesal celý mlýn a sním i kolo, takže jeho ponor zůstával stále stejný. Navíc se mohly lodní mlýny v případě potřeby celkem snadno přemístit na vhodnější (hlubší) místo na řece.“ ^{2.1}

3) Podle směru otáčení kola vzhledem k proudění spodní vody

3a) S otáčením ve směru proudu dolní vody

3b) S otáčením proti proudu dolní vody

Na přelomu 19. a 20. století je možno považovat vývoj základních typů vodních kol za ukončený a byl znám rozsah jejich použitelnosti (viz. obr. 2.2).



Obr. 2.2 Graf použitelnosti jednotlivých druhů kol^{2/2}

Hodnoty účinnosti některých typů vodních kol (viz. tab. 2.1):

| Typ kola | Účinnost [%] |
|---|--------------|
| Korečník na horní vodu s obráceným chodem | až 85 |
| Korečník na horní vodu obyčejný | 65 ÷ 80 |
| Lopatník s kulisou | 65 ÷ 70 |
| Lopatník s přepadem | 60 ÷ 75 |
| Lopatník s voletem | 45 ÷ 55 |
| Zuppingerovo kolo | 70 ÷ 78 |
| Ponceletovo kolo | 60 ÷ 65 |
| Sagebienovo kolo | až 80 |
| Stříkový hřebenáč | 30 ÷ 35% |
| Belík (valach) | 25 ÷ 30% |

Tab. 2.1 Účinnosti některých typů vodních kol

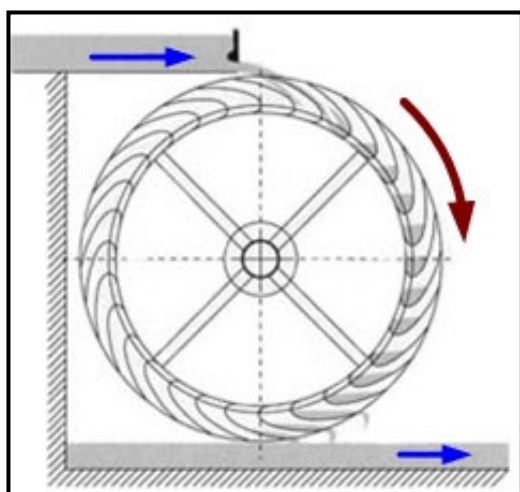
Protože se budu ve své diplomové práci zabývat korečníkem na horní vodu a rozsah práce mi neumožňuje zabývat se ostatními typy vodních kol, proto z těchto důvodů nastíním detailněji problematiku jen korečníku na horní vodu.

2.3 Korečník na horní vodu

„Korečník na horní vodu je nejtypičtější vodní kolo v Českých zemích. Vynálezce tohoto kola není znám, avšak systém kola popisoval již římský učenec Plinius, narozený 132 let před našim letopočtem.“^{2.4}

„Princip těchto vodních kol je založen na využití polohové energie vody $m \times g \times H$. Voda přitékající vantrkem nad mlýnské kolo plní korečky (polouzavřené nádoby), umístěné na obvodu kola, takže se kolo otáčí vahou vody v korečkách. Voda s korečky otáčením kola klesá (vlivem gravitace) a při spodní hladině se voda z koreček postupně (někdy nechtěně předčasně) vylévá do spodního odpadního žlabu.“^{2.3}

„Korečník na horní vodu se však nemusí otáčet jen působením polohové energie vody. Část polohové energie vody $m \times g \times H$ lze případně před vtokem do kola přeměnit v pohybovou energii $\frac{1}{2}m \times c^2$ (např. výtokem pod stavidlem umístěným na konci vantrku,



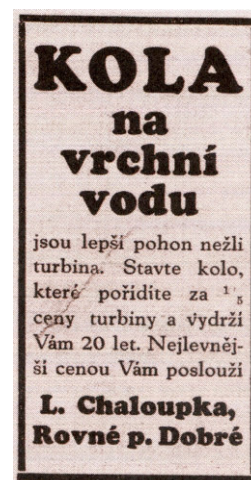
výtokem kulisou u dna, přepadem), čímž se polohová energie zmenší na $m \times g \times H - \frac{1}{2}m \times c^2$.

Kolo se pak otáčí jednak působením polohové energie $m \times g \times H - \frac{1}{2}m \times c^2$ (vahou vody v korečkách), jednak působením pohybové energie $\frac{1}{2}m \times c^2$ (působení vody na stěny koreček v nejhořejší části kola).“^{2.3}

Obr. 2.3 Korečník na horní vodu^{2/3}

„Korečník na horní vodu se otáčí ve směru přítoku vody vantrkem (viz. obr. 2.3). Nevýhodou tohoto chodu je nižší účinnost při vzestupu dolní vody a brodění kola v ní. Z tohoto důvodu bylo nutné navrhnout kolo několik centimetrů (5 až 10 cm) nad hladinou dolní vody. Další mezera, se kterou se u vodních kol muselo počítat při konstrukci, byla mezera mezi kolem a dolní hranou výtoku z horního vantrku – ta se volila 4 až 5 cm.“^{2.1}

„Tento typ kola má účinnost 65 až 80% rovnající se i jednodušším typům turbín. Používá se pro spád nad 2,5 m a průtoky od 0,05 do 0,6 $m^3 s^{-1}$. Jsou ale případy i daleko za těmito hranicemi.“^{2.4}



Obr. 2.3 Inzerát z r.1931^{2/4}

2.3.1 Klasické dřevěné vodní kolo: korečník na horní vozu^{2.1}

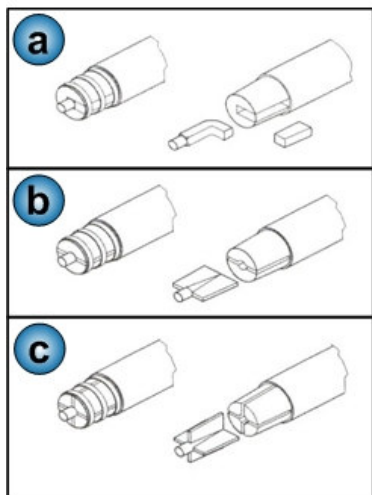
„Korečníky nazýváme kola, která byla opatřena korečky – sklípky vytvářejícími prostor pro zachycení vody. Základem klasických dřevěných kol byly dva obvodové kruhy – věnce, nesené na hřídeli rameny. Na věnce byly pak uchyceny lopatky, svorce, podbytí – poddénky a společně vytvářely koreček.

Boční kruhy (věnce) byly sestaveny ze zdvojených fošen o tloušťce 4 až 5 cm a šířce od 20 do 30 cm, u kol do průměru 2,5 m z 2x4 kusů, do průměru 6 m 2x6 kusů a u větších 2x8 kusů (na jeden kruh). Kruh či věnec byl složen tak, že se z fošen vyřezané čtvrtě překládaly o polovinu délky a sešívaly se dřevěnými dubovými kolíky (hřeby) a do jejich rozštípnutých konců se vrážely dubové klínky - utvrzují se. Tyto kolíky se dávaly do čtvrtí ve dvou řadách vzdálených od krajů 5,5 cm tak, aby byla mezi příštím korečkem vždy jedna dvojice. Věnce měly drážky, které sloužily pro uchycení šikmých lopatek a svorců (radiálně orientované prkénka). Drážka pro svorec (od vnitřní strany kruhu k předem vyvrtanému otvoru, kterým pak procházel čep svorce - ten byl v jedné třetině kruhu) byla 2,5 cm hluboká a široká podle síly prkna svorce. Drážka pro lopatku šla od předem vyvrtaného otvoru na vnější okraj kruhu, byla stejně hluboká jako u drážky pro svorec a byla široká dle tloušťky prkénka pro lopatku.

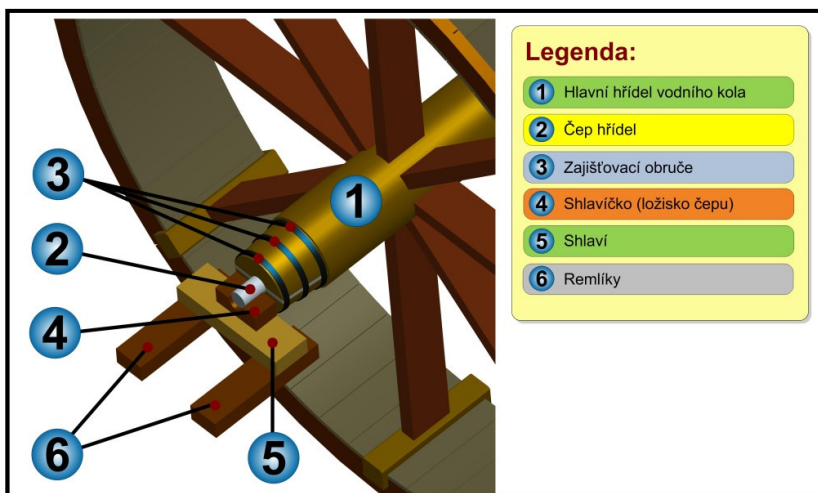
Dřevěné lopatky a svorce byly složeny z prken, spojených v úhlu. Lopatka svírala s obvodem kola přibližně úhel $\beta = 30^\circ$, kdežto svorec při dně korečků byl radiální. Obvodové stěny korečků byly pak tečnami ke kružnici o poloměru $0,87 \times R$. Korečky se obvykle asi o $\frac{1}{4}$ rozteče překrývaly. Při větším plnění korečku se volil úhel β poněkud menší, při menším plnění poněkud větší než 30° .

Dřevěná hřídel vodního kola byla zásadně z dubu. Opracování takového masivního těžkého kusu vyžadovalo velkou odbornost, zkušenost a značnou přesnost. Rozměry hřídelí ovlivňovala řada hledisek, délky se pohybovaly přibližně od 4 do 12 m a průměry od 40 do 95 cm. Konce hřídele ve tvaru kužele se opatřovaly čepy, původně kovanými, od 17. století také odlévanými ve vysokých dřevouhelných pecích do průměru 70 až 200 mm. Čepy zabíhaly do naříznutého hřídele 40, 60 i více cm (dle velikosti hřídele a kola) několika způsoby. Pokud se kovaly, bývaly do hřídele zapuštěny ve tvaru háku (viz. obr. 2.4a), od nástupu litinových čepů měla jejich zapuštěná část podobu lopaty či listu (viz. obr. 2.4b), případně tyto listy byly troj až čtyřstranné (rozčleněné do více ploch) (viz. obr. 2.4c). Čepy byly pak zajištěny obručemi naraženými zatepla na kuželovité konce hřídele.

Čepy se otáčely v ložiskách nazývaných shlavíčka, zhotovená většinou ze dřeva – jasanového suku, dubu nebo kupovaného svatého dřeva, případně z osvědčeného kamene. Obě shlavíčka byla podložena dubovým shlavím, které leželo na dvou příčných remlíkách dobře upevněných na kamenech (viz. obr. 2.5).



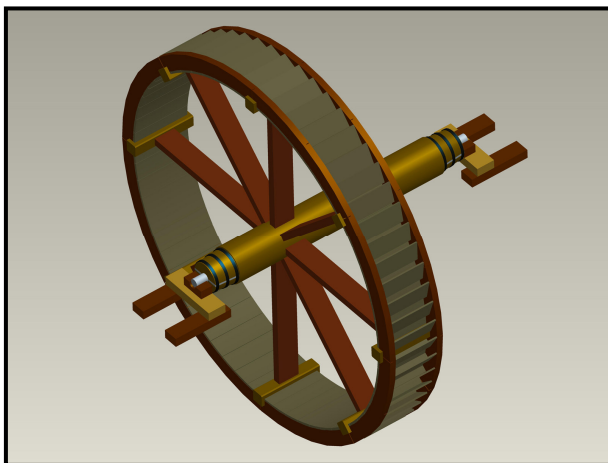
Obr. 2.4 Varianty čepů hřídele^{2/5}



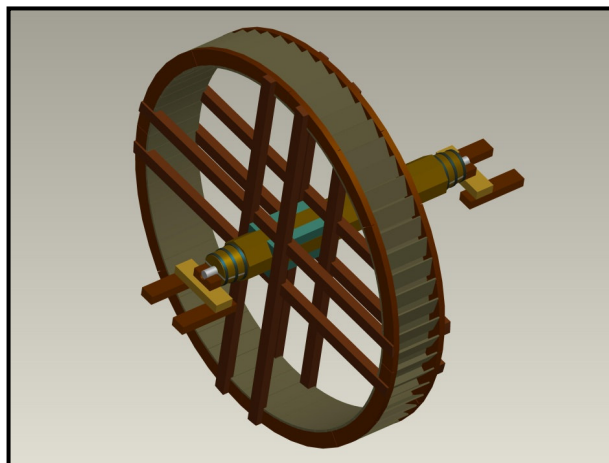
Obr. 2.5 Detail uložení hřídele ložisku

Vodní kolo je na hřídeli neseno rameny, zhotovenými převážně z dubu, modřínu či borovice. Od středověku převládaly dva základní způsoby uchycení vodních kol:

- 1) Na dlab - ramena procházely dlaby osou hřídele (obvykle tři trámce tvoří šest ramen) (viz. obr. 2.6). Na konci ramen jsou příčné přeslice, které nesou kruhy kola. U širších kol bylo nutné šestici ramen zdvojit, případně ztrojit (při konstrukci kola se třemi kruhy). V tomto případě nesly kruhy nosidla, což jsou trámce spojující konce ramen.
- 2) Obkročný způsob – je to způsob, při kterém na obou stranách kola dva a dva páry ramen hřídel obchází. Na hřídeli, v tomto místě upravené do osmihranu, jsou ramena zaklínována – zatažena závlačí (viz. obr. 2.7). Daleko méně se používal jiný obkročný způsob uchycení ramen, zvaný na sedlo, kdy dvě šestice ramen obepínaly do šestihranu upravenou část hřídele se vzájemným propojením. Hlavní výhodou obkročného způsobu je to, že neoslabuje hlavní hřídel. “^{2.1}



Obr. 2.6 Vodní kolo – způsob na dlab



Obr. 2.7 Vodní kolo – obkročný způsob

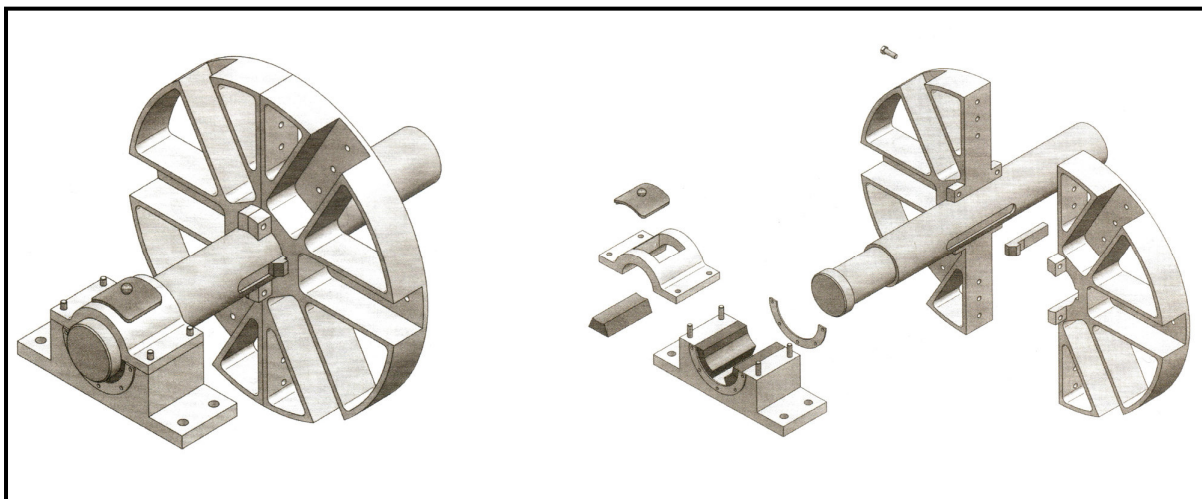
2.3.2 Vodní kolo s železnou hřídelí: korečník na horní vodu ^{2.2}

„Původně dřevěné hřídele vodních kol s kovovými čepy nahrazovaly postupně od začátku 19. století hřídele železné. Byly lité v žebrovaném tvaru, osoustružené jen v místech pro růžice a ložiska, někdy též i ve tvaru plechové nýtované trouby, zakončené vsazenými litými růžicemi s čepy. Později se používala plná ocelová hřídel kruhového průřezu.

Růžice (rozety) byly lité kruhové desky, vyztužené žebry, opatřené nábojem pro hřídel, přilítými komůrkami pro ramena a nálitky pro radiální a diagonální tyče. Dřevěná ramena, zasazená přisekanými konci těsně mezi klínové nebo rovné stěny komůrek a pojištěná proti posunutí v komůrkách ještě litými nosy, jsou přitažena několika silnými šrouby se společnou tuhou podložkou.

Růžice byly z montážních důvodů půlené a spojené k sobě šrouby. Používaly se dvě růžice, širší kola měla tři, a proti protáčení na hřídeli jej zajišťovalo pero s nose (viz. obr. 2.8).

Zpočátku se užívala ložiska dřevěná v dvoudílných ložiskových domcích. Ta byla často sestrojena tak, aby umožňovala výměnu kluzné dřevěné části, prováděné přizvednutím a podložením hřídele za ložiskem. Potom se dřevěné obložení z domku vyrazilo na vnější stranu a nahradilo novým dřevěným dílem. Rozvoj strojírenské výroby přinesl použití litinových dvoudílných kompozicových pánví v dvojitých litinových domcích. Proti bočnímu posunu byla hřídel v ložisku zajištěna vysoustruženým vybráním v šíři ložiska (viz. obr. 2.8).



Obr. 2.8 Kovová hřídel s rozetou a ložiskem ^{2/6}

Detaily růžic se lišily podle modelu výrobce. Mezi rameny byl na růžici otvor pro táhlo na druhé straně, připevněné ke kruhu kola. Přitažení se provedlo maticemi na závitu táhel.

Výhodou těchto popisovaných železných hřídelí je jejich životnost a možnost opracování se strojnickou přesností, což mělo příznivý vliv na použití lepších ložisek a řešení převodů s celkovým vlivem na lepší účinnost kola. Nevýhodou byla cena, někde i výrobní dosažitelnost.

Dřevěnou část kola tvořily věnce s lopatkami, svorci a poddénkami konstrukčně řešené jako u klasického vodního kola. Ze dřeva byly také nosné ramena, která u shora popsaných kovových hřídelí kotvily v komůrkách růžice. Pro svoji materiálovou konstrukci (dřevo, kov) bylo toto kombinované vodní kolo nazýváno míšenec.“ ^{2.2}

2.3.3 Kovové vodní kolo: korečník na horní vodu ^{2.2, 2.3}

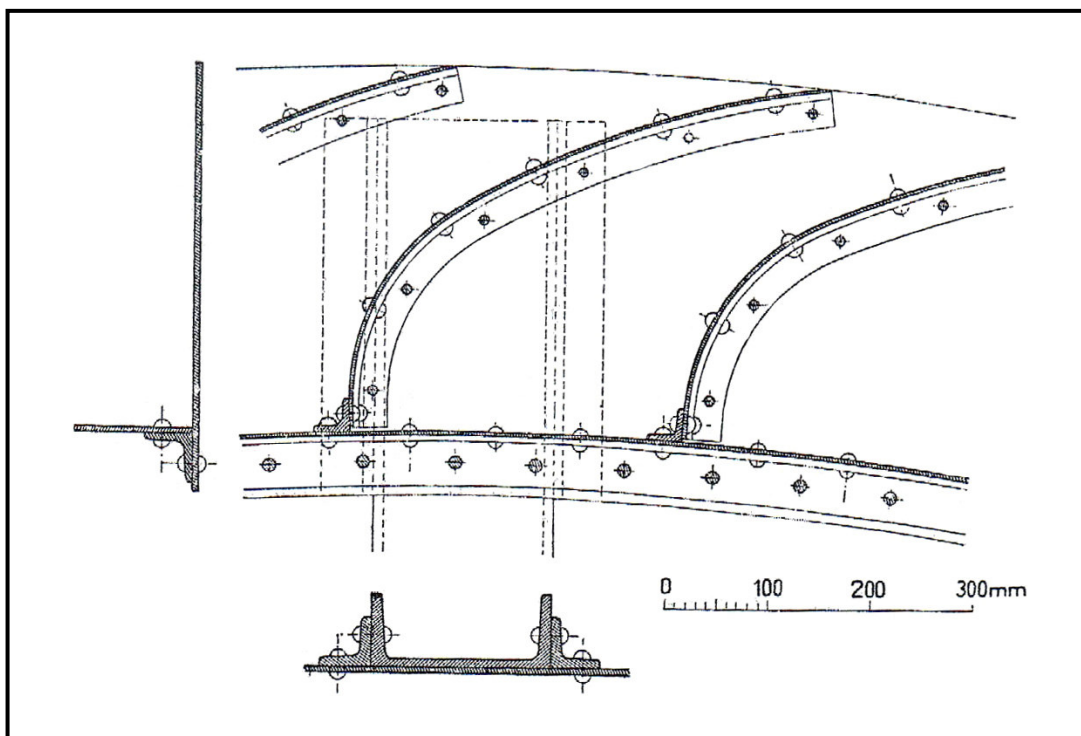
„Od druhé poloviny 19. století docházelo nejprve k výrobě ocelových i odlévaných hřídelí s rozetami k uchycení dřevěných ramen vodních kol, postupně k zavádění ocelových ramen, plechových nebo litinových kruhů a plechových zakřivených lopatek. Současně se vyráběla kola celokovová i kombinovaná mnoha způsoby se dřevěnými prvky.“ ^{2.2}

„Celokovová vodní kola vyráběly především továrny mlýnských strojů jako např. J. Kohout – Smíchov, J. Škrlandt – České Budějovice a specializované strojírenské provozy jako např. Rainberg a Novák a slévárna Josef Porkert a mnoho dalších.“ ^{2.2}

„Konstrukci kovových kol tvořily postranní plechové věnce, silné 4 až 7 mm, složené z jednotlivých segmentů, snýtovaných mezi rameny na jednostranné stykové desky. Plechové

dno, silné 4 až 6 mm, bylo vytvořené rovněž z několika ohnutých segmentů, snýtovaných zevnitř úhelníky, bylo přinýtováno spodem kruhovými úhelníky k plechovým věncům.“^{2.3}

„Plechové lopatky, silné 3 až 7 mm, byly ohnuté dle vyšetřeného tvaru a byly přinýtovány okrajovými úhelníky k plechovým věncům a dnu. Ramena z „želez“ pak bývala zapuštěna mezi dva krátké radiální uhelníky, přinýtované k věncům, a s věnci a úhelníky snýtována (viz. obr. 2.9).“^{2.3}



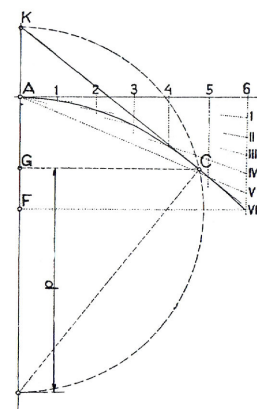
Obr. 2.9 Plechové lopatky a jejich upevnění na věnec a dno^{2/7}

Konstrukce plechových lopatek^{2.3}

„Voda vytéká většinou stavidlovým otvorem ve tvaru paraboly (viz. obr. 2.11). Osa paraboly středního vlákna ABC s vrcholem A v hloubce h_0 pod hořejší hladinou leží ve svislé rovině výtokového otvoru AD. Vodorovná výtoková rychlost vody c jest tečnou této paraboly ve vrcholu A. Za čas t proběhne částka vody:

ve vodorovném směru dráhu $y = c \times t$

ve svislém směru dráhu $x = \frac{g \times t^2}{2}$.



Obr. 2.10 Konstrukce paraboly^{2/8}

Vyloučením času t plyne rovnice paraboly

$$x = \frac{g}{2} \times \frac{y^2}{c^2} \Rightarrow y^2 = \frac{2 \times c^2}{g} \times x = 2 \times p \times x,$$

jejíž parametr

$$2p = \frac{2 \times c^2}{g}$$

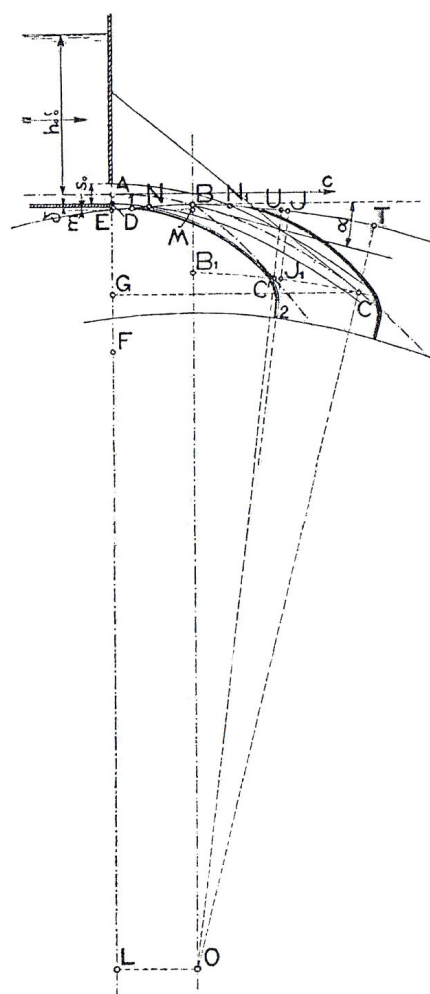
Ohnisko paraboly F leží pod vrcholem A ve vzdálenosti $\overline{AF} = \frac{p}{2} = \frac{c^2}{2g}$ (viz. obr. 2.10)

Parabola středního vlákna protíná obvod kola v bodě B . Poloha středu kola O se volí tak, aby bod B ležel ve vrcholu kola, někdy též před vrcholem nebo za ním, a aby úhel α , který svírá tečna paraboly v bodě B s tečnou kola ve vrcholu A byl $\alpha = 12^\circ$ až 15° .

Bod B vtoku vody do kola se obdrží, vede-li se k parabole tečna, skloněná k ose \overline{AF} v úhlu 75° . Tečný bod určuje vrchol kola B .

Aby ztráta při vtoku vody na stěny korečku byla co nejmenší, mělo by se zakřivení korečku shodovat s relativní dráhou vody (parabola) – ta se musím vyšetřit následovně:

Za čas t proběhne částice vody v parabole dráhu \overline{BC} . Poloměr kola \overline{BO} se otáčí v témž čase o oblouk $BJ = u \times t$ do polohy \overline{JO} , a poloměr kola \overline{OC} do polohy $\overline{OC'}$, při čemž $C'C = B_1J_1$. Bod C' je tudíž bodem relativní dráhy. Tento bod se obdrží, nanese-li se $TU = BJ = u \times t$. Poloměr \overline{UO} protíná oblouk o poloměru \overline{OC} v relativním bodě C' (viz. obr. 2.11). Vyšetří-li se tímto způsobem relativní polohy ke všem bodům absolutní dráhy BC , obdržíme jejich spojením relativní dráhu vody BC' , podle které by měl být koreček zakřiven.



Obr. 2.11 Geometrie: relativní dráha vytékající vody^{2/9}

Koreček zakřivený přesně podle relativní dráhy má však tu nevýhodu, že se voda z korečku předčasně vylévá, kdežto při dokonalém využití má se voda vylévat z korečků co nejnižší při

spodní vodě. Aby tudíž ztráta předčasným výtokem vody z korečků byla co nejmenší, připouští se částečně ráz vody při vtoku do korečku. Plechová lopatka se zakříví dvěma kruhovými oblouky, z nichž první při obvodu kola o větší poloměru se opíše tak, aby se dotýkal vyšetřené dráhy středního vlákna BC' a protínal obvod kola v bodě 1, takže $B1 \leq 0,5 \times t$, druhý o menším poloměru, tvořící pokračování prvního oblouku, se pak zahne radiálně ke dnu korečku.“^{2,3}

2.4 Paleční kolo^{2,1}

„Paleční kolo někdy nazývané palečník tvořilo část převodového mechanismu mlýnského složení. Bylo upevněno na hřídeli uvnitř budovy a bylo opatřeno soustavou výměnných habrových, dubových nebo jasanových palců s lichoběžníkovým tvarem ozubení. Paleční kolo zapadalo do menšího převodového kolečka – pastorku (někdy nazývané lucerny či trejbu), který přes další řemenový či ozubený převod poháněl transmisi či generátor (období industrializace). U starého českého mlýnu převod spočíval v přímém záběru palečního kola do pastorku (kladnice), který je na stejné hřídeli (železí) s mlýnským kamenem (běhounem) – ten byl tímto převodem také otáčen dle vypočtených obrátek. Paleční kolo se stavělo v určitém poměru k vodnímu kolu, jeho průměr dosahoval nejčastěji **dvou třetin** vodního kola.

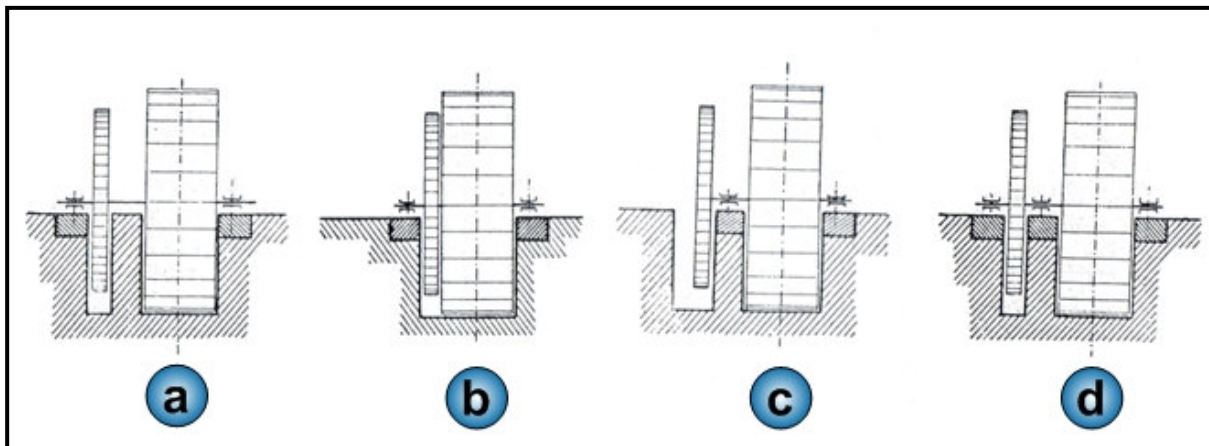
Podle umístění palců rozeznáváme dva základní typy palečních kol: lícní a čelní. Lícní paleční kolo má palce vsazené do boku kruhu a čelní má palce vystupující z obvodu kola.

Klasické dřevěné lícní paleční kolo bylo složeno ze skruží lícních a příramkových (dvě vrstvy fošen po 8 cm), jež byly sestaveny ze čtvrtí. Čtvrtí se nazývá každý díl při skladbě ze čtyř, šesti nebo osmi kusů. Paleční kolo mělo obvykle šest ramen a šest dvojitých čtvrtí. Lícní skruž je příramková, zaoblená pouze na vnější straně kola. Příramková skruž bývala dovnitř rovná nebo zdobně vytvarovaná a sloužila k upevnění ramen částečně zapuštěných v zářezech – žlabinách, hlubokých 15 cm. Do rozměřených otvorů v lícní skruži, provrtaných a z líce částečně do obdélníku vydlabaných pro hrdla palců, se zařezávaly palce. Tyto klasická dřevěná kola se vyráběla z dubu, jilmu, jasanu a palce kola z habru, akátu a jasanu.

Od poloviny 19. století postupně přicházela do mlýnů paleční kola s litinovými věnci, doplněná dřevěnými náboji (sada palců v palečním kole). Jasanové, akátové nebo habrové palce, dlouhodobě sušené, se oproti palcům dřevěných kol vyznačovaly menší roztečí, tloušťkou i délkou, naopak jejich šířka dosahovala až 130 mm. Nabíjely se do mírně kónických otvorů v litinových věncích a také je zajišťovaly dřevěné klínky.“^{2,1}

2.5 Hřídel s vodním a palečným kolem ^{2.3}

„Hřídel s vodním kolem a přišroubovaným palečným kolem byla uložena ve 2 ložiskách (viz. obr. 2.12-b), při samostatném palečném kole též ve 2 ložiskách (viz. obr. 2.12-a), s palečným kolem uspořádaným letmo za ložiskem (viz. obr. 2.12-c), anebo ve 3 ložiskách s palečným kolem uloženým mezi druhým a třetím ložiskem (viz. obr. 2.12-d).



Obr. 2.12 Hřídel s vodním a palečným kolem - možné varianty uložení v ložiskách ^{2/10}

„Hřídel je ohýbán vahou vodního kola, palečného kola nebo samostatného palečného kola, vahou vody v kole, obvodovou silou v zubech a vlastní vahou. Má-li kolo přišroubovaný paleční kolo, není hřídel zkrucován. Při samostatném palečném kole je hřídel mezi vodním a palečným kolem zkrucován momentem M_k .“ ^{2.3}

^{2.1} ŠTĚPÁN L., KŘIVANOVÁ M.: *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, ARGO 2000, 308 s., ISBN 80-7203-254-2

^{2.2} ŠTĚPÁN L., URBÁNEK R., KLIMEŠOVÁ H. A KOLEKTIV: *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II*, ARGO 2008, 316 s., ISBN 978-80-257-0015-0

^{2.3} HÝBL J.: *Vodní motory*, Česká Matice technická s podporou Ministerstva školství a národní osvěty, 170 s., č. V.274

^{2.4} <http://mve.energetika.cz/vodnimotory/kola-obecne.htm>

PRAKTICKÁ ČÁST

3. MĚSTO OSEČNÁ^{3.1}

Město Osečná (Oschitz) leží na 50°42' severní šířky a asi 14°55' východní délky ve výši 379 m nad mořem na jižní straně Ještědského pohoří a na pokraji Ralské pahorkatiny.

Osečná byla založena pravděpodobně některým z Vartenberků v první polovině 13. století na zemské obchodní stezce mezi Českým Dubem a hradem Děvínem. V roce 1565 zde byl postaven kostel sv. Víta, ve kterém se nachází rodinná hrobka rodu Biebersteinů a rodiny Schleinitzů. Roku 1576 povýšil Rudolf II. na přímluvu svobodného pána von Oppersdorf Osečnou na město.



Obr. 3.1 Město Osečná^{3/1}

Město má rozlohu 2806,25 ha na katastrálních územích Osečná, Lázně Kundratice, Družcov, Kotel, Zábrdí a Chrastná. Město má 1 060 trvale žijících obyvatel, ale od května do října se zvýší jejich počet o cca 2 500 (chalupáři, lázeňští hosté, rekreanti).

Město Osečná je členem dobrovolného svazku obcí Podralska a také Podještědí, Svazu měst a obcí ČR a členem sdružení lázeňských míst ČR.

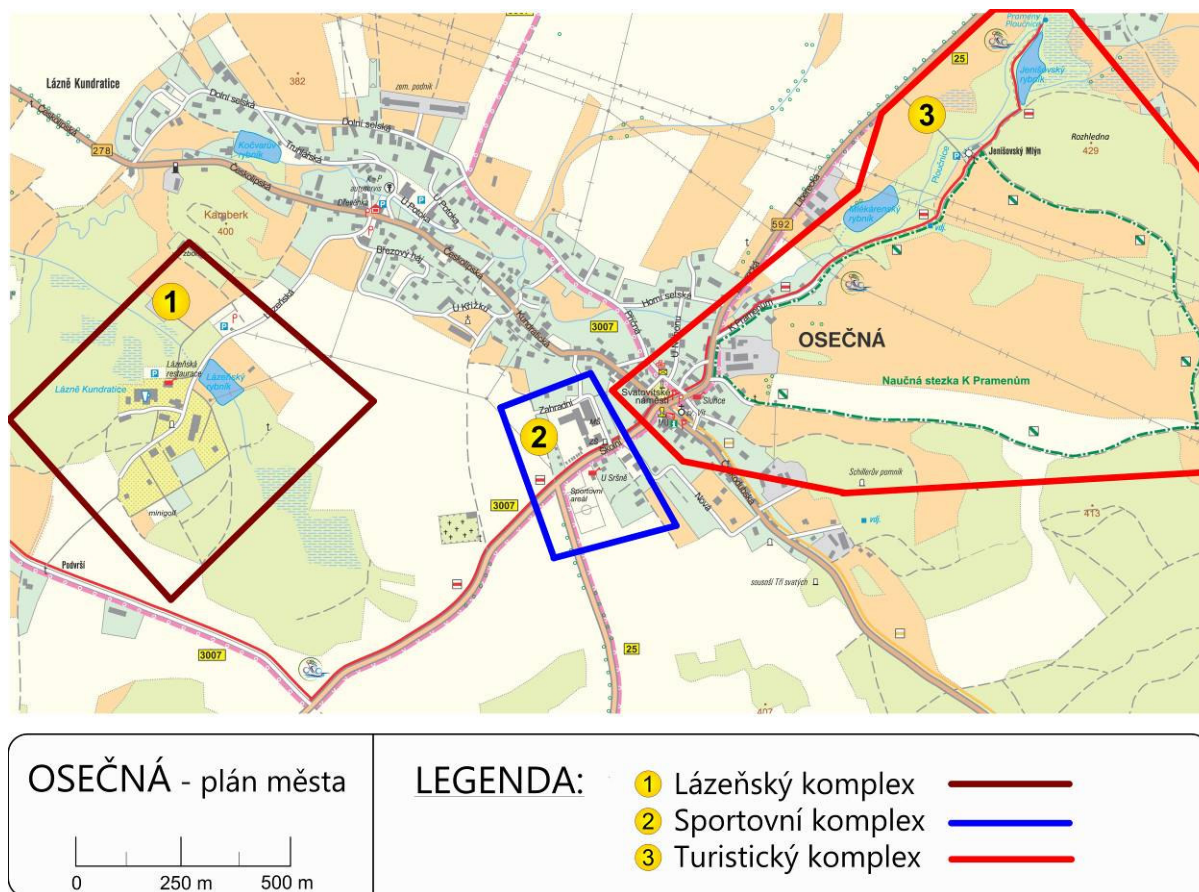
Lázně Kundratice vznikly jako součást města Osečná roku 1881 a patří mezi jedny z nejstarších lázní v Čechách, ve kterých se používá jako přírodní léčivý zdroj slatina.

Město Osečná se rozkládá v malebné krajině. Vedle lesů, luk a pastvin jsou zde rybníky Mlékárenský, Kočvarův, Lázeňský, Chrastenský a Jenišovský. U posledního z nich pramení řeka Ploučnice. Družcovem protéká Družcovský potok a Zábrdím říčka Zábrdka. Jelikož je Osečná součástí cykloráje Podralsko, je tato oblast doslova protkána hustou sítí dobře značených cyklotras i turistických stezek.

Území spravované městem Osečná bych z hlediska volnočasových aktivit rozdělil do třech částí (viz. obr. 3.2):

1. Lázeňský komplex
2. Sportovní komplex
3. Turistický komplex

^{3.1} <http://www.osecna.info/Mesto/Osecna.aspx>



Obr. 3.2 Plán města Osečná – rozdělení území do třech komplexů

3.1 Lázeňský komplex

Lázeňský komplex vlastní a provozují Lázně Kunratice, a. s. a tvoří ho pět budov. Lázeňská budova – Balneo provoz, slouží k provádění léčebných úkonů. Správní budova slouží jako administrativní a její součástí je jídelna a kuchyň. Další tři budovy – Šárka, Přemysl a Dalibor slouží jako ubytovny pro pacienty.

Hlavním úkolem společnosti je poskytování lázeňské péče (preventivní, kurativní a rehabilitační), správa a využití přírodních léčivých zdrojů včetně jejich ochrany, hostinská činnost a specializovaný maloobchod. Lázně poskytují svým hostům procedury, které působí velice příznivě při mnohých onemocněních. Nejčastější chorobou, která se v lázních léčí, je degenerativní postižení kloubů a páteře. Lázně využívají především svého přírodního léčebného zdroje – slatiny, k tak zvané peloidoterapii. Tento bohatý zdroj kunratické sirnoželezité slatiny přináší velmi dobré výsledky u chorob pohybového ústrojí. Tuto léčbu slatinnými koupelemi doplňuje celá řada fyziotrických léčebných úkonů.

Akciová společnost je zároveň největším zaměstnavatelem v Osečné a současně s největší tradicí zaměstnává přibližně sto zdejších občanů.

Součástí nabídky lázní nejen pro hosty je také možnost využít poznávacích zájezdu, či se zúčastnit koncertů a besed, které lázně pravidelně pořádají. Ke každodennímu rituálu pacientů patří i vycházky do okolí a to nejen po značených trasách, naučných stezkách, ale třeba i do všudypřítomných borových lesů. Nejčastějším cílem pacientů i návštěvníků bezesporu patří Kotelská lípa a prameny Ploučnice s Jenišovským mlýnem.

3.2 Sportovní komplex

Sportovní komplex tvoří sportovní areál, jehož součástí je kvalitní travnaté fotbalové hřiště s navazujícími třemi antukovými tenisovými kurty a obslužným zázemím se sociálním zařízením a restaurací. Nově je zde vybudováno multifunkční oplocené hřiště s umělým povrchem a umělým osvětlením. Areál je doplněn o čtyřlůžkové chatky. Hojně využívaná je také školní tělocvična se sociálním zázemím a kuchyní s jídelnou.

Provoz zastřešuje Sportovní klub Osečná, který sdružuje mládež i dospělé ve svých šesti sportovních oddílech – fotbal, florbal, volejbal, tenis, motosport a aerobik.

Klub organizuje společně s městem, místní základní školou a dalšími spolky sportovně-kulturní akce i pro širokou veřejnost. Touto činností pomáhají vytvářet podmínky pro volnočasové aktivity nejen našich občanů ale i návštěvníků našeho regionu.

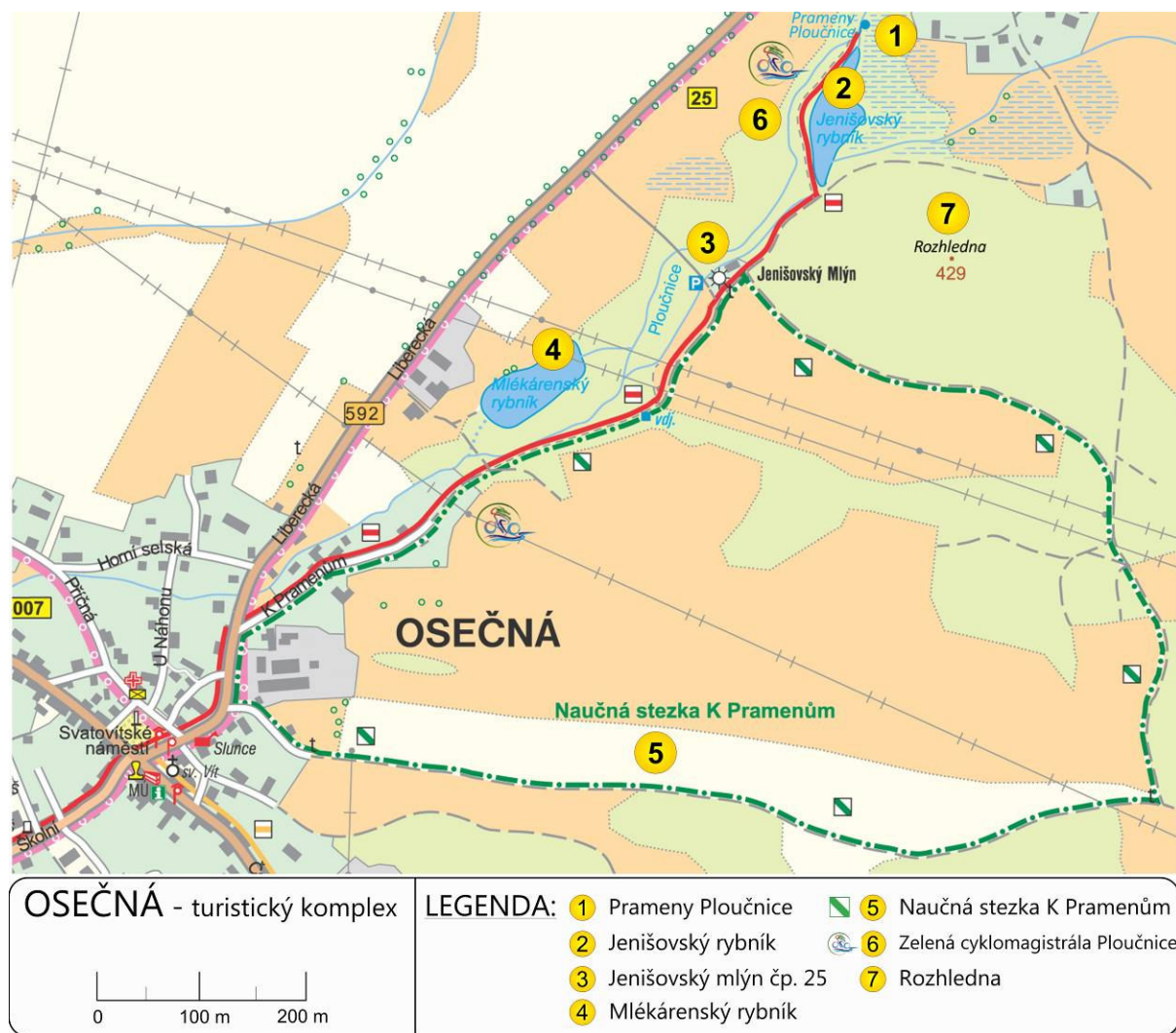
3.3 Turistický komplex

Turistický komplex (viz. obr. 3.3) zastřešuje infocentrum zřízené městem Osečná. Patří do něho cyklotrasy, cyklostezky, turistické trasy a naučná stezka. Nachází se zde i několik turistických cílů a krajinotvorných prvků. Mezi nejvýznamnější útvary tohoto komplexu patří Prameny Ploučnice s Jenišovským rybníkem, Jenišovský mlýn a Mlékarenský rybník.

Jenišovský mlýn by měl po předešlé rekonstrukci mlýnského náhonu projít celkovou rekonstrukcí včetně obnovy mlýnského kola, sloužícího v minulosti k pohonu mlynářských strojů. Mlynářské řemeslo bylo ve zdejší kraji v minulosti značně rozšířené. A nejen s tímto nás seznamují informační tabule naučné stezky K Pramenům, která tudy prochází.

Prameniště Ploučnice jsou nástupišťem cyklomagistrály Ploučnice vedoucí do Děčína, kde by do budoucna měla navázat na další cyklomagistrálu Labe.

Na Jiráňkově kopci nad prameny Ploučnice se také počítá s obnovou již neexistující dřevěné rozhledny.



Obr. 3.3 Plán města Osečná – turistický komplex

3.3.1 Prameny Ploučnice^{3.2}

Prameniště u Osečné je hlavní prameniště řeky Ploučnice a je označováno za jedno z nejvydatnějších ve střední Evropě. Prameny vyvěrají na dně malé tůňky a vydatnost těchto pramínek neklesá ani v době dlouhodobého sucha. Proto je Ploučnice až po Benešov nad Ploučnicí celoročně splavná. Délka celého toku měří více než 105 km a končí v Děčíně, kde se vlévá do Labe. Tento pravobřežní přítok Labe s povodím 1194 km² je zarostlý břehovými porosty a klikatí se lučinami v písčném a hlinitém řečišti.

Ploučnice se od ostatních českých řek poněkud liší. Nenačtete zde na ní žádné dlouhé jezy ani propustě. Zato se vyznačuje klikatícím se tokem s romantickými zákoutími meandrů. Proto je v poslední době hodně navštěvována vodáky, které meandrující řeka neustále zkouší v jejich vodáckých dovednostech.

^{3.2} <http://podralsko.info/mikroregion-podralsko/zelená-cyklomagistrála-ploucnice/informace-o-rece-ploucnice>

Hydrologická data – tok Ploučnice:^{3.3}

- Hydrologické číslo povodí: 1-14-03-001
- Plocha povodí (F) v $[\text{km}^2]$: 9,49
- Průměrná dlouhodobá roční výška srážek na povodí (H) v $[\text{mm}]$: 795
- Průměrný dlouhodobý roční průtok (Q_a) v $[\text{l} \times \text{s}^{-1}]$: 12,7

N-leté průtoky (Q_n) v $[\text{m}^3 \times \text{s}^{-1}]$

| N | 1 | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Třída |
|---|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 0,11 | 2,45 | 4,22 | 5,85 | 7,89 | 10,9 | 13,6 | IV. |

M-denní průtoky (Q_{md}) v $[\text{l} \times \text{s}^{-1}]$

| M | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 | 270 | 300 | 330 | 355 | 364 | Třída |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|-------|
| | 229 | 173 | 143 | 123 | 109 | 96,6 | 86,8 | 78 | 70 | 62,4 | 54,3 | 45,8 | 39,4 | IV. |

Pozn.: Údaje jsou zpracovány za období 1931 – 80. Způsob a rozsah jejich případného ovlivnění není znám.

3.3.2 Jenišovský rybník

Jenišovský rybník těsně navazuje na prameniště Ploučnice a je využíván k rybaření. V roce 08/2009 byla realizována rekonstrukce mlýnského náhonu Jenišovského rybníka. Následně na tento projekt navázala revitalizace Jenišovského rybníka, kde byla opravena hráz rybníka, vystavěn nový požerák, bezpečnostní přepady a bylo provedeno jeho odbahnění. U tohoto rybníku se nachází Jenišovský mlýn č.p.25.

3.3.3 Jenišovský mlýn

Jenišovský (Jenšovský) mlýn č.p.25 je nejvýše položený z mlýnů na Ploučnici, ležící pod stejnojmenným rybníkem. Mlýn je poprvé doložen v 2. polovině 16. století, dochovaná budova však pochází z 2. poloviny 18. století a výrazně byla upravena ve dvacátých letech 20. století.

^{3.3} Zdroj: Český hydrometeorologický ústav 2002, pobočka Ústí nad Labem, poštovní příhrádka 2, 400 11

3.3.4 Mlékárenský rybník

Mlékárenský rybník prošel v roce 10/2004 celkovou rekonstrukcí za pomoci finančních prostředků ze Státního fondu životního prostředí. Byl zde vybudován nový požerák, byla opravena hráz rybníka a byla provedena jeho revitalizace včetně odbahnění. Rybník má rozlohu 0,85 ha. Vyskytují se zde zvláště chránění živočichové jako např. skokan skřehotavý, škeble rybníční apod. Konají se zde tradiční jarní rybářské závody a kolemjdoucí turisté se zde často zastavují, aby se příjemnou koupelí osvěžili.

3.3.5 Naučná stezka K Pramenům



V měsíci červnu 2007 byla v Osečné zpřístupněna veřejnosti přírodovědná naučná stezka K Pramenům (viz. obr. 3.4). Jedná se o okruh dlouhý asi 2,5km, celá trasa je značena symbolem naučné stezky. Terén, i když neupraven, je nenáročný, s minimálním převýšením. Se zajímavostmi zdejšího kraje se můžete seznámit z osmi informačních tabulí:

Tabule č.1 – Úvod

Tabule č.2 – Vodní živočichové (zpracoval: RNDr. M.Honců)

Tabule č.3 – Geologie (zpracoval: Mgr. P.Rückl)

Tabule č.4 – Mlýny v Osečné (zpracoval: Mgr. M.Kolka)

Tabule č.5 – Houby zdejších lesů (zpracoval: Mgr. Z.Pelda)

Tabule č.6 – Živočichové zdejších lesů (zpracoval: RNDr. M.Honců)

Tabule č.7 – Proměny Osečné (zpracoval: Mgr. M.Lát)

Tabule č.8 – Ohrožené druhy rostlin (zpracoval: M.Joža)



Obr. 3.4 Naučná stezka K Pramenům

Tuto stezku vybudovalo Město Osečná z prostředků EU v rámci programu LEADER +, když celý projekt včetně žádosti administrovaly Mgr. Soňa Vastlová společně s Mgr. Radmilou Jánošíkovou.

3.3.6 Zelená cyklomagistrála Ploučnice^{3.4}



Myšlenka cyklomagistrály Ploučnice vznikla jako přirozená reakce na přibývajícím zájemem cyklistů o kvalitní a bezpečný prostor pro cykloturistiku. Mikroregion Podralsko má s cykloturistikou bohaté zkušenosti díky bývalému vojenskému prostoru, kde byla vytvořena síť bezpečných cyklostezek dnes již známá pod značkou Cykloráj Podralsko.

Hlavním cílem projektu „Zelená cyklomagistrála Ploučnice“ je vytvořit podél Ploučnice unikátní infrastrukturu pro rozvoj aktivních pobytů a rekreace, zejména pro cykloturistiku a pro rostoucí zájem o takový druh moderního sportu, jako je kolečkové bruslení. Cyklotrasa vedená jedinečným a nádherným údolím Ploučnice se jistě stane vyhledávaným místem aktivního odpočinku. Prokázání celospolečenského přínosu a návratnost uvedené investice je nezpochybnitelná. Stejně důležitým cílem je propojit města a obce tohoto regionu se spádovým počtem více jak 30 tis. obyvatel cyklostezkami pro bezpečnou cyklodopravu občanů za běžnými záležitostmi.

Základní trasa

Mikroregion Podralsko: Osečná - Prameny Ploučnice, Hamr na Jezeře, Stráž pod Ralskem, Noviny pod Ralskem, Mimoň, Ralsko, Hradčany, Zákupy-Veselí, Vlčí Důl.

Dále pak pokračuje trasa mimo mikroregion Podralsko až do Děčína, kde dojde k napojení na cyklomagistrálu Labe – Elbe.

Základní informace o projektu

- Celková délka víceúčelových komunikací: **85 km**
- Celkové náklady projektu: **odborný odhad 200 mil. Kč** (vč. dokumentace pro stavební povolení, realizace, inženýringu, výkupu pozemků, vynětí z ZPF aj., vč. DPH)

| | | |
|-----------------------|-------------|-------------------------|
| Mikroregion Podralsko | 50km | 117.650.000,- Kč |
| Mikroregion Peklo | 12km | 28.236.000,- Kč |
| Ústecký kraj | 23km | 54.114.000,- Kč |
| Celkem: | 85km | 200.000.000,- Kč |

3.3.7 Rozhledna

V roce 2005 došlo k dohodě mezi Švýcarskou kooperací San Gallen a městem Osečná s tím, že společně vystaví dřevěnou rozhlednu na Jiráňkově kopci nad prameny Ploučnice na místě, kde dřevěná rozhledna stála již v minulosti. Do projektu se aktivně zapojila Technická univerzita Liberec - fakulta architektury. Ta společně s městem připravila soutěž na design rozhledny. Vítězem této soutěže se stal projekt studenta TUL Vojtěcha Geryka a Ing. Víta Huška (viz. obr. 3.5, 3.6). Poté proběhla změna územního plánu a bylo vydáno územní rozhodnutí. Následně byl vytvořen stavební projekt, na základě kterého bylo vydáno stavební povolení. Nyní se připravuje společný projekt do českoněmeckého programu Cíl 3 se saskou obcí Markersdorf. Na začátku roku 2010 bude požádáno o schválení projektu a samotná realizace v případě jeho schválení je naplánovaná na červen 2010. Předání díla je stanoveno na podzim 2010.



Obr. 3.5 *Rozhledna*^{3/2}



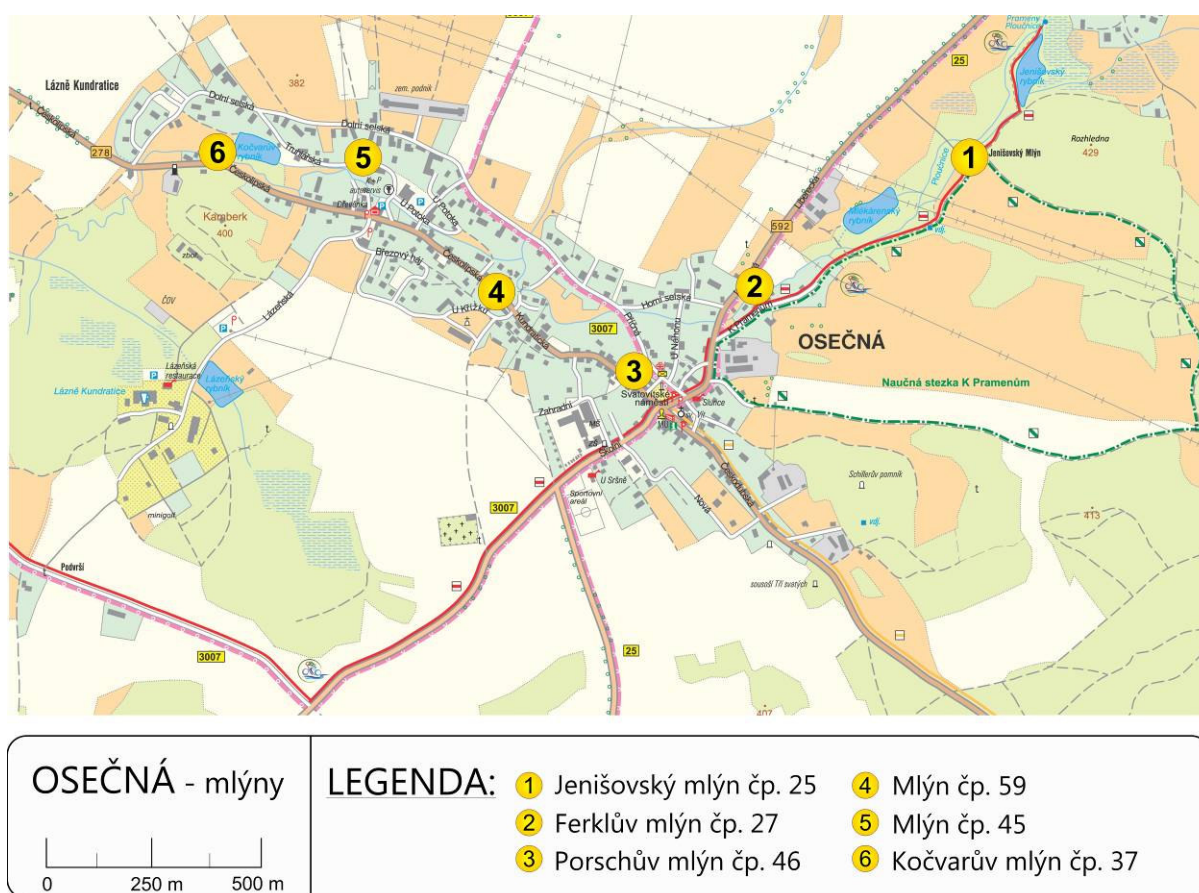
Obr. 3.6 *Navrhované umístění rozhledna na Jiráňkově kopci*^{3/3}

^{3,4} <http://podralsko.info/mikroregion-podralsko/zelena-cyklomagistrala-ploucnice/>

4. MLÝNY V OSEČNÉ ^{4.1}

Neodmyslitelnou součástí krajiny kolem Osečné je řeka Ploučnice pohánějící ještě v nedávné době mnoho technických zařízení, převážně mlýnů.

Předpokládá se, že mlýny se začaly postupně budovat již od doby založení vsi, avšak teprve z trhovních registrů českodubského panství z r. 1590 lze bezpečně určit jejich počet – bylo jich pět a u každého je známý i jeho držitel. Zdejší mlýny byly patrně poměrně výnosné, neboť se z nich platily až na výjimky největší částky na celém českodubském panství. Na přelomu 17. a 18. století zde vznikl ještě šestý mlýn a tento počet se udržel až do 20. století (viz. obr. 4.1).



Obr. 4.1 Město Osečná – původní rozmístění mlýnů

Mlynářské řemeslo patřilo mezi nejvíce specializovaná odvětví, vyžadující dokonalé technické znalosti, neboť mlynáři si sami zhotovovali veškerá zařízení, počínaje přívodem vody, přes vodní kolo až po stroje v mlýnici a přidružené provozy. V rámci jednotlivých obcí patřili mlynáři mezi nejvzdělanější vrstvy obyvatel. Pro svoje technické znalosti byli často najímáni k výrobě speciálních zařízení – vodovodů, včetně vodárenských strojů nebo důlních mechanismů.

4.1 Jenišovský mlýn čp. 25

Nejvýše položený z mlýnů na Ploučnici je Jenišovský (Jenšovský, Jüntschner) čp. 25 (viz. obr. 4.2), ležící pod stejnojmenným rybníkem. Romanticky situovaná stavba je charakteristickým reprezentantem vývoje mlynářské techniky v Čechách. Mlýn je poprvé doložen ve 2. polovině 16. století, dochovaná budova však pochází z 2. poloviny 18. století a výrazně byla upravena ve dvacátých letech 20. století.



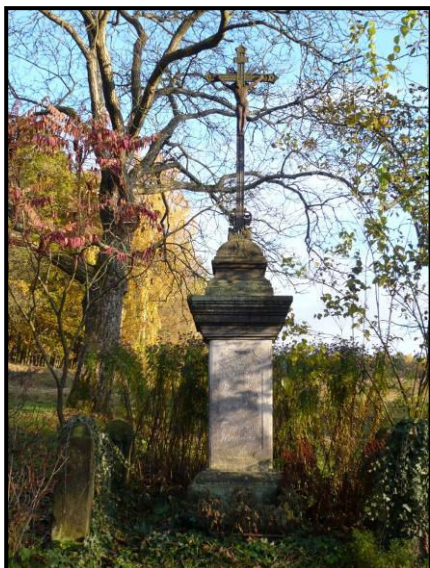
Obr. 4.2 Jenišovský mlýn ^{3/1}



Obr. 4.3 Mlýnské kameny Jenišov. mlýna

„První záznam o jenišovském mlynáři je z r. 1631, kdy mlynář Kryštof Thum dal podnět k shluknutí obyvatelstva Osečné, čímž znemožnil, aby si dubský děkan odvezl své desátkového obilí – za to byl uvězněn. Roku 1658 koupil Kryštof Thum ml. od vdovy Andersové mlýn za 190 kop míšeňských. Roku 1665 prodal mlýn svému synovi Hanuši Thumovi. Z rodu Thumů byl ještě v letech 1696 – 1717 mlynářem Hanuš Jiří Thum. V 19. století na Jenišovském mlýně hospodařili Reischelové (Michael a Helena). Za této epochy byl mlýn přepaden - Michaela a Helenu Reischelových lupiči zabili. Připomíná to i kříž před mlýnem s letopočtem MDCCCXLIII (1843) s nápisem „...errichtet von Michael a Helena Reichel“ (viz. obr. 4.4). Poté ve mlýně hospodařil Reinhold Reischel, vnuk zavražděných. Z důvodů špatného hospodaření byl donucen v roce 1938 mlýn prodát. Tehdy mlýn koupil hospodář František Jiránek ze Smržova. Za F. Jiráňka se provdala nejstarší ze šesti dětí Reinholda a Anny Reischelových Marie. F. Jiránek však nebyl mlynář, a tak jeho syn Miloslav Jiránek šel na učení mlynářství a poté se mlýna ujal sám. V roce 1951 byl mlýn zastaven a již nebyl nikdy opět spuštěn.“ ^{4.2} V osmdesátých letech 20. století M. Jiránek mlýn pronajímal k rekreačním účelům a později jej prodal panu Miloslavu Pacltovi. V současné době vlastní Jenišovský mlýn paní Galusová, dcera M. Paclta.

^{4.2} KLEMPERA J: *Vodní mlýny v Čechách VII*. LIBRI 2003, 178 s., ISBN 9788072771677

**Obr. 4.4** Pomník s křížem**Obr. 4.5** Poslední mlynář a současná majitelka (08/2009)

Zleva: Ondřej Galus, Miloslav Jiránek (poslední mlynář), Jiřina Jiránková, Miloslava Galusová (současná majitelka mlýna)

Původní dispozice mlýna je tradičním způsobem rozdělena na obytnou část se světnicí, vstupní síň a mlýnici. Mlýnice se logicky nachází při vodním náhonu, který poháněl jedno vodní kolo na vrchní vodu (voda dopadala pomocí dřevěného žlabu – vantroků na horní část kola), za 2. světové války vyměněné za turbínu. Do 2. poloviny 19. století si Jenišovský mlýn zachovával tzv. české složení. Toto složení využívalo pohon vodním kolem ($\varnothing 7$ [m], šířka 0,7 [m]) přes dřevěnou hřídel (viz. obr. 4.6) roztáčející v mlýnici paleční kolo, které pomocí převodů uvádělo do pohybu svislou hřídel (železí). Na železí byly posazeny dva mlecí kameny – pevně ukotvený spodek a horní běhoun otáčený železím (viz. obr. 4.3). Obilí se sypalo do násypného koše, z něj mezi kameny a mouka vypadávala na nižší podlaže do moučnice a truhly. Součástí moučnice a truhly bylo prosévací zařízení, ovládané tzv. hasáčertem, který vydával pro mlýn charakteristický zvuk – klapot.

Nové mlýny od 2. poloviny 19. století, zvané jako umělecké nebo americké, pracovaly již s menším podílem ruční práce, neboť dopravu obilí a meliva po mlýně zajišťovaly stroje. Pro jejich správné fungování byla v objektu nezbytná nejméně čtyři podlaží – v 1. podlaží strojovna s převody a řemenicemi k jednotlivým zařízením a s konci kapsových výtahů, ve 2. podlaží mlecí zařízení (válcové stolice a kameny), v 3. podlaží zásobníky, stroje na třídění a mísení meliva a ve 4. podlaží stroje na čištění obilí a meliva. Tlak na modernizaci výroby vyřešil majitel Jenišovického mlýna bez zásadnější přestavby. Ponechal původní mlýnskou hranici v suterénu, doplnil nové převody a řemenice, upravil mlecí podlahu v přízemí a osadil

nové stroje. Dále se pro stroje nově upravilo patro a ve dvou úrovních i podkroví s tím, že poslední stroje jsou umístěny až pod hřebenem střechy. Díky příznivým výškovým poměrům nebylo nutno přepatrovat či zvýšit danou část stavby. Popsané vybavení mlýna je v převážné většině unikátně dochováno včetně barokní mlýnské hranice (viz. obr. 4.7), stroje pocházejí od firem Hoerde & Comp. Vídeň, J. Hübner & Opitz Pardubice a Karl Heer Litoměřice.



Obr. 4.6 Pozůstatky hřídele mlýnského kola



Obr. 4.7 Barokní mlýnská hranice

4.2 Ferklův mlýn čp. 27

Na severovýchodním okraji města Osečná leží Ferklův mlýn čp. 27 (viz. obr. 4.8). Původní patrová roubená obedněná stavba s typickou dřevěnou podstávkou a širší patrovou zděnou mlýnicí byla v letech 1909 – 1910 doplněna o kolmo navazující zděnou patrovou budovou. Dobu vzniku původního objektu nelze přesně doložit z důvodu jeho zániku, mladší část je zachována dodnes (viz. obr. 4.9).



Obr. 4.8 Ferklův mlýn čp. 27 - plán ^{3/2}



Obr. 4.9 Ferklův mlýn čp. 27 – nyní ^{4/3}

4.3 Porschův mlýn čp. 46

Porschův (Brtkův) mlýn čp. 46 (viz. obr. 4.10) se nacházel severozápadně od náměstí, které bylo obtékáno náhonem, vedoucím za mlýnem zhruba v trase dnešní silnice směrem na Chrastnou. Mlýn byl pravděpodobně založen na daném místě již v době vzniku města Osečná. Podle dobových pohlednic se jednalo o zděnou klasicistní patrovou budovu s polovalbovou střechou. Mlýn zanikl patrně po druhé světové válce (viz. obr. 4.11).



Obr. 4.10 Porschův mlýn čp. 46 ^{4/4}



Obr. 4.11 Původní místo Porschova mlýnu ^{4/5}

4.4 Mlýn čp. 59

Na katastru Lázní Kundratic (Bad Kunnersdorf) se nacházel mlýn č.p. 59. Ležel v místech bývalé benzínové pumpy a zanikl v poválečném období (viz. obr. 4.12). Byl to rozsáhlý, převážně původně dřevěný objekt s dvojicí vodních kol.

4.5 Mlýn čp. 45

Mlýn s pilou čp. 45 (viz. obr. 4.13) je zachován ve výstavné podobě mohutné patrové klasicistní budovy datované na hodnotném vstupním portálu do r. 1844. Poměrně dobře je v terénu čitelný i jeho náhon ústící u štítové stěny do lednice s vodním kolem. Druhé kolo pohánělo níže ležící pilu v místech dnešní truhlárny.



Obr. 4.12 Mlýn čp. 59 – původní místo ^{4/6}



Obr. 4.13 Mlýn čp. 45 – současný stav ^{4/7}

4.6 Kočvarův mlýn čp. 37

Pod areálem mlýna čp. 45 odbočuje z hlavního koryta další náhon napájející rybník, z jehož přepadu bylo poháněno dochované vodní kolo (ø6,25 [m], šířka 1,85 [m]) na vrchní vodu mlýna čp. 37 (viz. obr. 4.14), umístěné v dřevěné přístavbě. Patrová poloroubená budova je na klasicistním vstupním portálu datována do r. 1823, přízemní hospodářská část má portál s datací k r. 1799. Zachované vybavení je unikátně dochovanou ukázkou uměleckého složení malého mlýna, které bylo velmi jednoduchým způsobem vestavěno do interiéru, aniž by musela být mlýnice zásadně přestavěna či zvýšena. Dochované strojové vybavení pochází od firem Andrea a Fellgner z Hrádku nad Nisou, Jan Kohout Praha – Smíchov a Karl Heer Litoměřice (viz. obr. 4.15).



Obr. 4.14 *Mlýn čp. 37 – současný stav* ^{3/8}



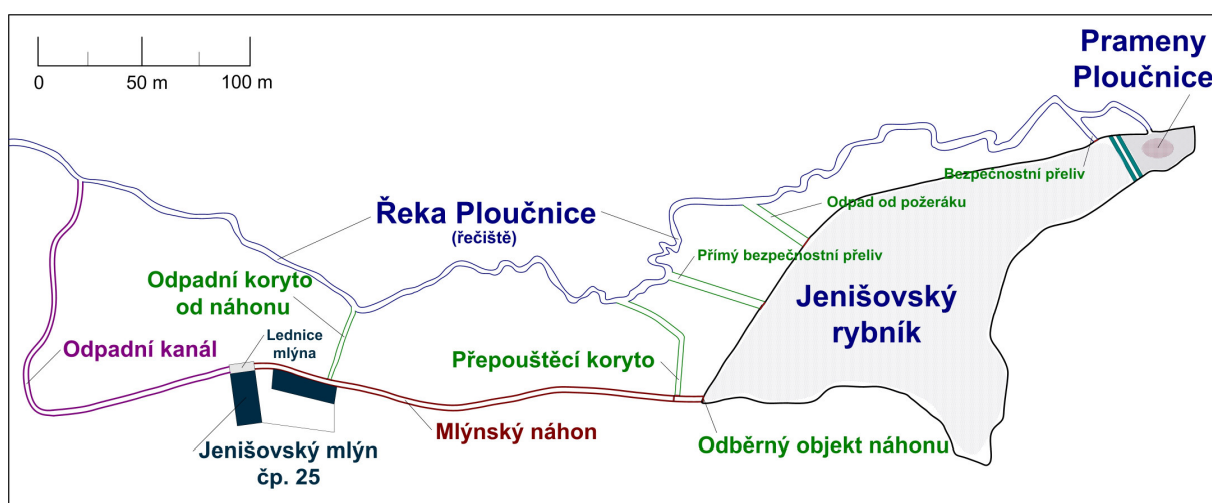
Obr. 4.15 *Válcová stolice* ^{4/9}

^{4.1} Publikace „Naučná stezka K Pramenům“ – 2007 vydalo město Osečná, text: M. Kolka

5. MLÝNSKÝ NÁHON JENIŠOVSKÉHO RYBNÍKA

Mlýnský náhon neboli přivaděč s otevřenou hladinou (viz. obr. 5.3 a obr. 5.4) slouží k přivádění vody ke mlýnu tak, aby zde vznikl co největší výškový rozdíl mezi horní a dolní hladinou vody. Tento rozdíl spolu s množstvím vody určuje výkon vodního motoru.

Vstupní branou vody z Jenišovského rybníka do mlýnského náhonu je odběrný objekt (viz. obr. 5.2), který vede vodu zcela mimo přírodní tok (řečiště Ploučnice) až do lednice Jenišovského mlýna čp. 25. Voda poté odtéká do řeky Ploučnice odpadním kanálem. Nezbytnou součástí mlýnského náhonu je přepouštěcí koryto a u lednice mlýna odpadní (pročišťovací) koryto od náhonu (viz. obr. 5.1).



Obr. 5.1 Schéma mlýnského náhonu s Jenišovským rybníkem a prameny Ploučnice

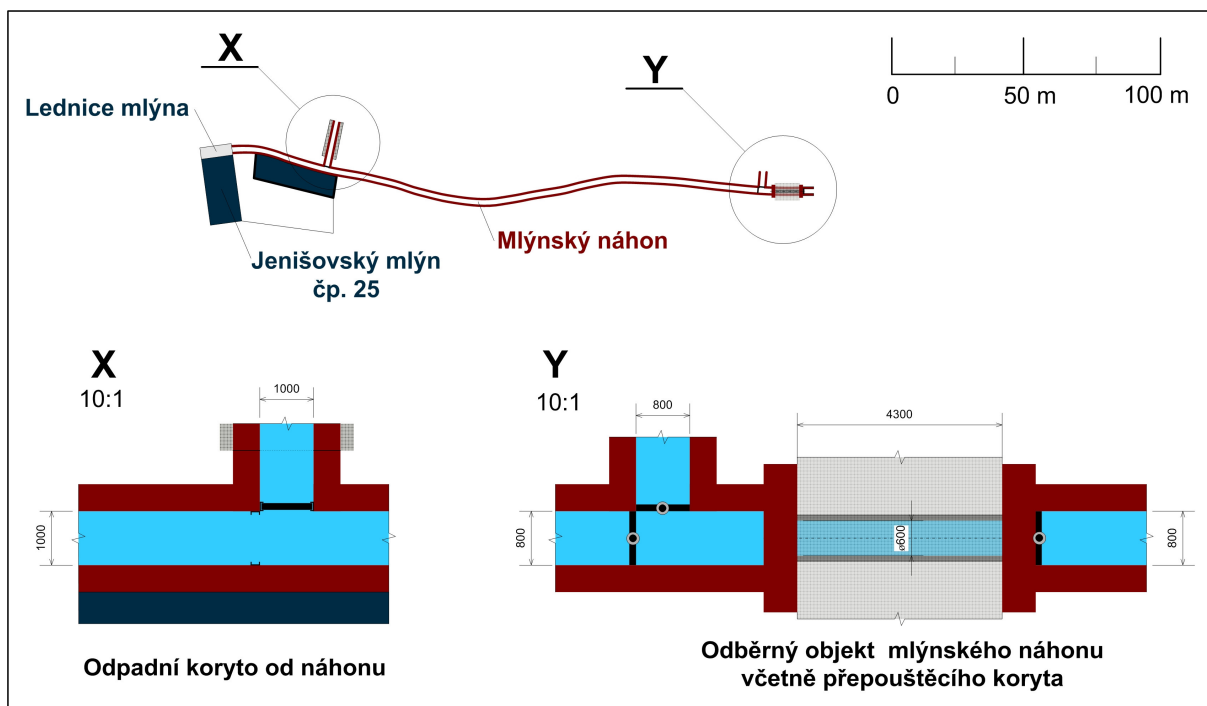
Jenišovský rybník a mlýnský náhon je v majetku města Osečná. V srpnu 2009 uskutečnilo město Osečná rekonstrukci mlýnského náhonu Jenišovského rybníka v rámci LAG Podralsko za přispění finančních prostředků z Evropského zemědělského fondu pro rozvoj venkova v rámci osy IV LEADER. Celkové náklady na realizaci činily 825 000,-Kč (90% - EU, 10% - město Osečná).



Obr. 5.2 Odběrný objekt mlýnského náhonu



Obr. 5.3 Náhon u Jenišov. mlýna čp. 25



Obr. 5.4 Plán mlýnského náhonu Jenišovského rybníka

Parametry mlýnského náhonu Jenišovského rybníka:

- Délka mlýnského náhonu: 188 [m]
- Šířka mlýnského náhonu: odběrný objekt náhonu - 0,8 [m], betonové koryto - 1,0 [m]
- Výška stěny mlýnského náhonu: 0,5 [m]
- Průtok vody v náhonu: stanovím na základě měření a praxe původního mlynáře p. Jiráňka

5.1 Měření průtoku na náhonu^{5.1}

Pro změření množství vody v mlýnském náhonu jsem vyrobil (viz. obr. 5.5 a obr. 5.6) a následně použil dvě měřidla, a to tvaru obdélníkového (Bazinův přeliv) a do písmene V (Thomsonův přeliv). Poté jsem provedl vlastní měření a konečný výpočet.

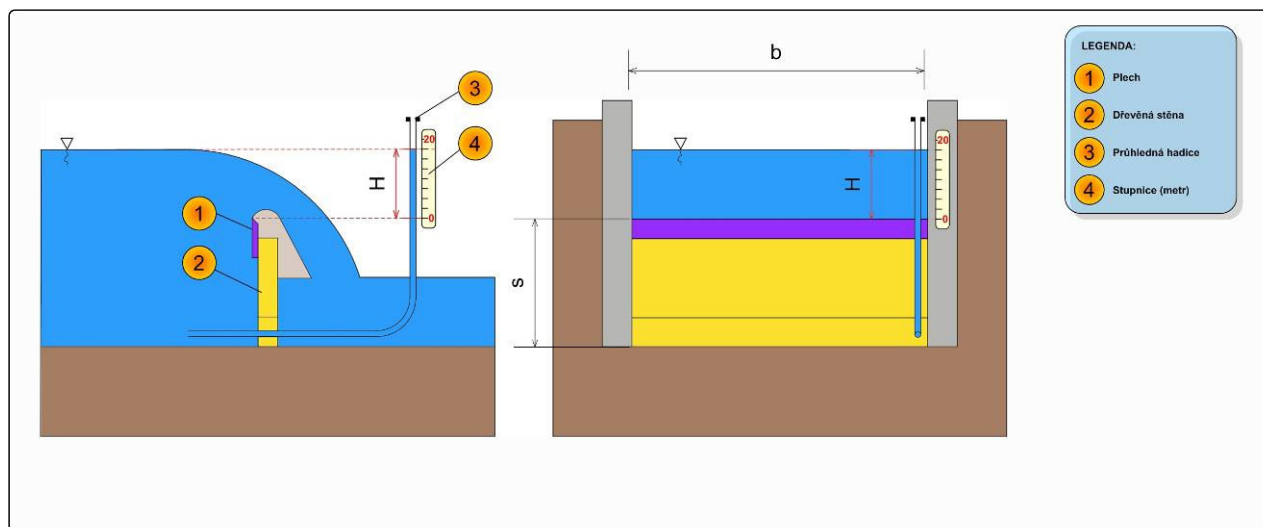


Obr. 5.5 Výroba měřidel - měření



Obr. 5.6 Výroba měřidel – řezání a vrtání

5.1.1 Měření na přepadu v náhonu



Obr. 5.7 Schéma - Bazinův přeliv



Obr. 5.8 Bazinův přeliv - před měřením



Obr. 5.9 Bazinův přeliv - vlastní měření

Bazinův přeliv – podmínky:

$$0,1[m] \leq H \leq 0,6[m] ; 0,5[m] \leq b \leq 2,0[m] ; 0,2[m] \leq s \leq 2,0[m]$$

VLASTNÍ VÝPOČET

Dáno (viz. obr. 5.7):

$$g = 9,81[m/s^2]$$

$$b = 1[m]$$

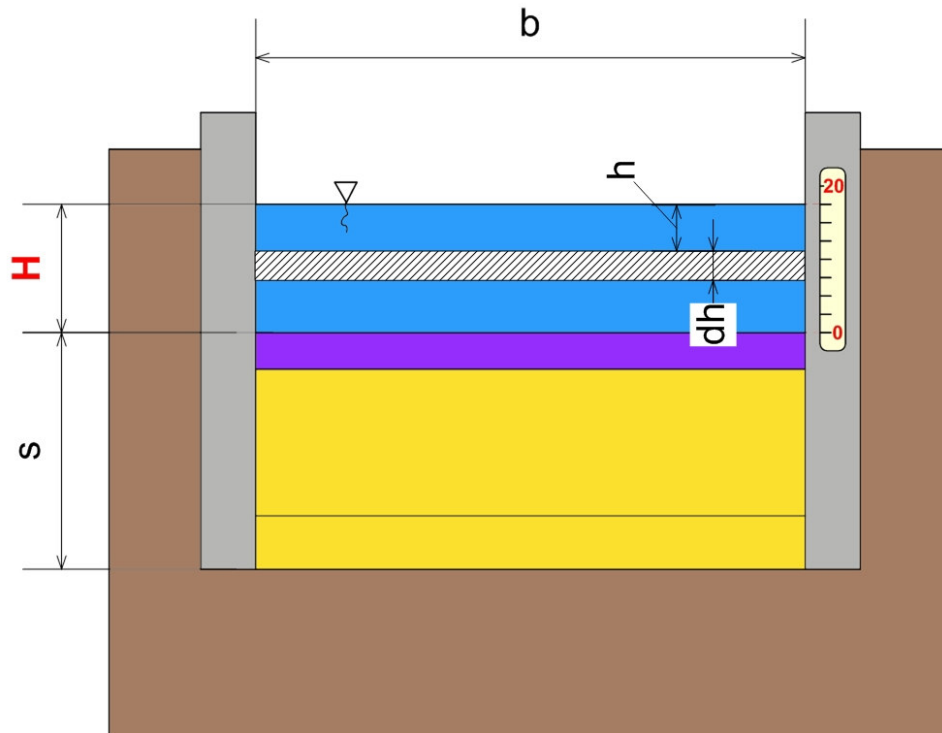
$$s = 0,205[m]$$

$$H = 10,4[cm] = 0,104[m] \Rightarrow \text{naměřeno}$$

Rehbockův vztah:

$$\mu_p = 0,605 + \left(\frac{1}{1000 \times H} \right) + 0,08 \times \left(\frac{h}{s} \right)$$

$$\mu_p = 0,605 + \left(\frac{1}{1000 \times 0,104} \right) + 0,08 \times \left(\frac{0,104}{0,205} \right) = 0,65$$



Obr. 5.10 Schéma pro odvození rovnice přepadu

Diferenciál objemového toku kapaliny přepadu v náhonu:

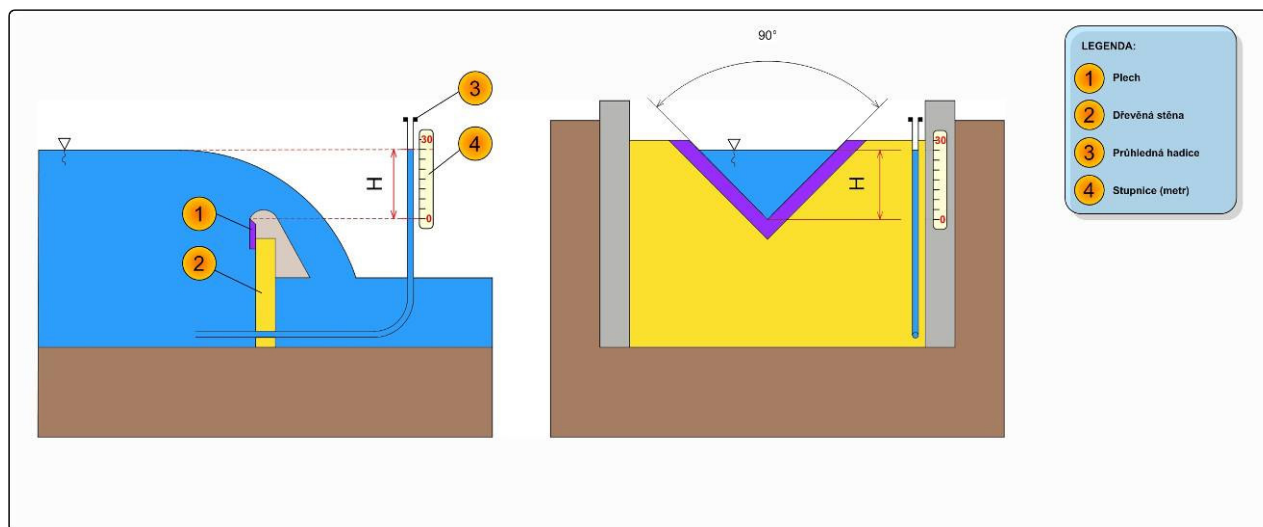
$$Q_\tau = \int_A \mu_p \times c \times dA = \int_0^H \mu_p \times \sqrt{2 \times g \times h} \times b \times dh$$

$$Q_\tau = \mu_p \times b \times \sqrt{2 \times g} \times \int_0^H h^{\frac{1}{2}} dh = \mu_p \times b \times \sqrt{2 \times g} \times \left(\frac{2 \times H^{\frac{3}{2}}}{3} \right)$$

$$Q_\tau = \frac{2}{3} \times \mu_p \times b \times \sqrt{2 \times g} \times H^{\frac{3}{2}}$$

$$Q_\tau = \frac{2}{3} \times 0,65 \times 1 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times 0,104^{\frac{3}{2}} = 0,06437 \left[m^3 / s \right] = 64,37 \left[dm^3 / s \right]$$

5.1.2 Měření V - přepadem



Obr. 5.11 Schéma - Thomsonův přeliv



Obr. 5.12 Thomsonův přeliv - před měřením **Obr. 5.13** Thomsonův přeliv – vlastní měření

Thomsonův přeliv – podmínka:

$$0,05[m] \leq H \leq 0,18[m]$$

VLASTNÍ VÝPOČET

Dáno (viz. obr. 5.11):

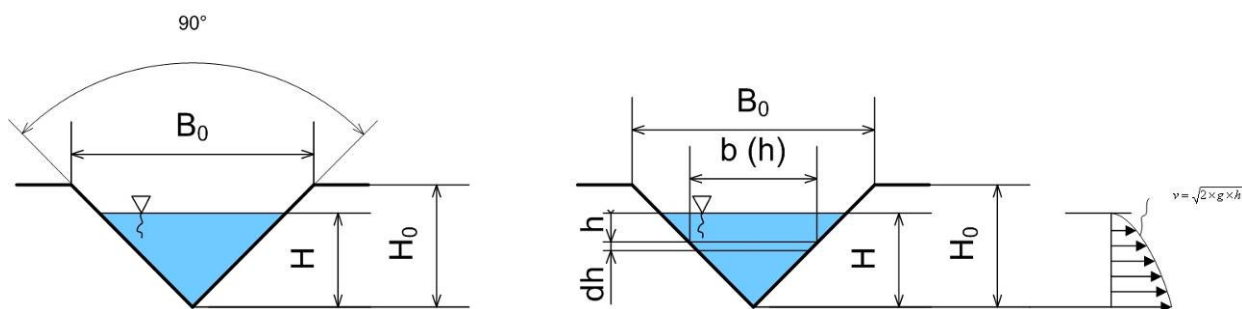
$$\mu_p = 0,593 \Rightarrow \text{konst. součinitel přepadu dle Thomsona}$$

$$g = 9,81[m/s^2]$$

$$B_0 = 0,60[m]$$

$$H_0 = 0,30[m]$$

$$H = 28,8[cm] = 0,288[m] \Rightarrow \text{změřeno}$$



Obr. 5.14 Schéma pro odvození rovnice přepadu

Podobnost trojúhelníků

$$\frac{b(h)}{H-h} = \frac{B_0}{H_0} \Rightarrow b(h) = \frac{B_0}{H_0} \times (H-h)$$

Diferenciál objemového toku kapaliny V – přepadem

$$dQ_\tau = \mu_p \times dh \times b(h) \times \sqrt{2 \times g \times h} = \mu \times dh \times \frac{B_0}{H_0} \times (H-h) \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

$$Q_\tau = \mu_p \times \sqrt{2 \times g} \times \frac{B_0}{H_0} \times \int_0^H h^{\frac{1}{2}} \times (H-h) dh = \mu \times \sqrt{2 \times g} \times \frac{B_0}{H_0} \times \int_0^H \left(Hh^{\frac{1}{2}} - h^{\frac{3}{2}} \right) dh$$

$$Q_\tau = \mu_p \times \sqrt{2 \times g} \times \frac{B_0}{H_0} \times \left(\frac{2 \times H^{\frac{5}{2}}}{3} - \frac{2 \times H^{\frac{5}{2}}}{5} \right)$$

$$Q_\tau = 0,593 \times \sqrt{2 \times 9,81} \times \frac{0,6}{0,3} \times \left(\frac{2 \times 0,288^{\frac{5}{2}}}{3} - \frac{2 \times 0,288^{\frac{5}{2}}}{5} \right)$$

$$Q_\tau = 0,06236 [m^3 / s] = 62,36 [dm^3 / s]$$

Kontrolní výpočet dle Kingova vztahu:

$$Q_\tau = 1,343 \times h^{2,47}$$

$$Q_\tau = 1,343 \times 0,288^{2,47} = 0,06205 [m^3 / s] = 62,05 [dm^3 / s]$$

5.2 Průtok vody v náhonu dle pana Miloslava Jiráňka

Průměrné průtočné množství vody v náhonu na základě zkušeností posledního mlynáře Jenišovského mlýna pana Miloslava Jiráňka činilo:

$$Q_{\tau\emptyset} \cong 0,06 [m^3 / s] \cong 60 [dm^3 / s]$$

^{5.1} KOLÁŘ, V.; PATOČKA, C.; BÉM J.: *Hydraulika*, SNTL Alfa, Praha 1983. 480 s., TČ.: L17-C3-V-41/78 115 vydání 1, 04-718-83

NÁVRHOVÁ ČÁST

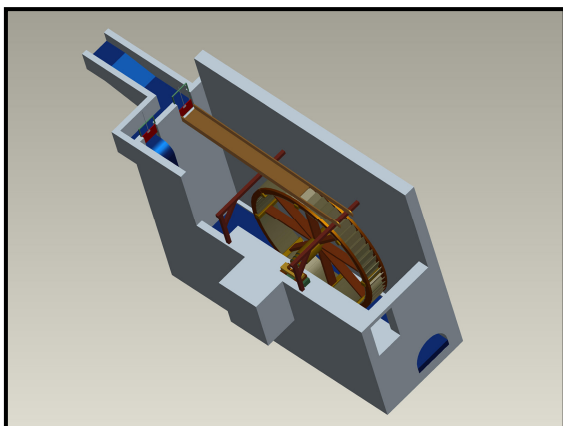
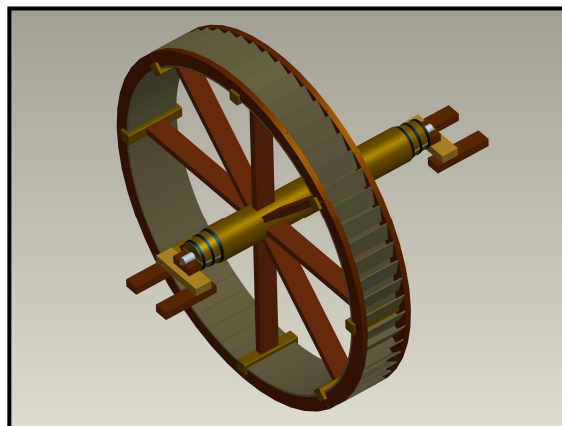
PROJEKT VODNÍHO KOLA JENIŠOVSKÉHO MLÝNA ČP. 25

6. ÚVOD DO PROJEKTU

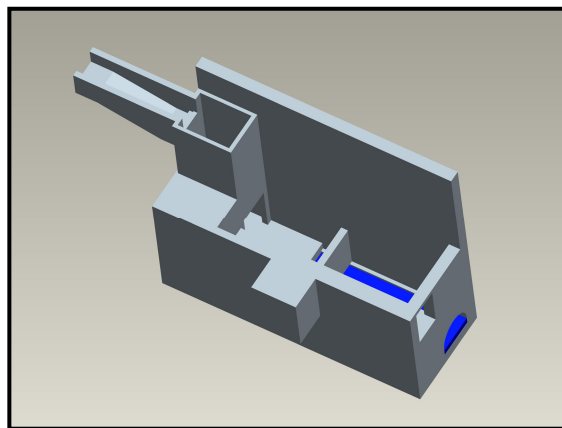
6.1 O vodním kole a projektu

Jak již bylo řečeno v kapitole 4.1, první zmínka o Jenišovském mlýnu čp. 25 je již z 2. poloviny 16. století. Lze tedy tvrdit, že mlýn byl již v té době osazen vodním kolem. Dle dochovaných dokumentů se jednalo o jednoduché celodřevěné vodní kolo na vrchní vodu o nebývalém průměru 7 metrů. Protože vodní právo dovozovalo mlynáři pracovat na plný výkon 24. hodin denně, byla kola značně zatěžována a často opravována. Nejvyšší životnost měla dubová hřídel (kolem 20. let), ramena (kolem 10. let), zatímco kruhy s lopatkami, svorci a podénkami se opravovaly průběžně. Celkově byly tyto části nově zhotovovány zhruba v pětiletých cyklech po celá staletí a to z drobnými technickými úpravami.

Poslední vodní kolo tohoto mlýna, na základě výpovědi mlynáře Miloslava Jiráňka, bylo složeno z dubového hřídele, na jehož obou koncích byly do naříznutého hřídele zasazeny litinové čepy se dvěma křídly a zajištěny obručemi naraženými zatepla na kuželovité konce. Na obr. 4.6 je znázorněn pravděpodobný pozůstatek konce tohoto hřídele mlýnského kola. Litinové čepy se otáčely v ložiscích (shlavíček), které byly zhotoveny ze dřeva - dubu. Samotné vodní kolo bylo na hřídeli neseno osmi rameny, které byly zhotoveny pravděpodobně z borovice. Tyto ramena procházela dlabou osou hřídele a na konci ramen se nacházely příčné přeslice, které nesly boční kruhy (věnce) kola. Kruhy byly sestaveny ze zdvojených fošen, skládaly se z 2 x 8 kusů (na jeden kruh). V drážkách těchto kruhů byly uchyceny šikmé lopatky a svorce (radiálně orientované prkno), pravděpodobně z borovice. Počet lopatek není přesně znám, původní mlynář se domnívá, že jich bylo o něco více jak 60. V neposlední řadě nechybělo na kruzích kola podbití – poddénky, které společně s lopatkami a svorci tvořilo koreček. Průměr tohoto vodního kola uloženého v lednici činil 7 metrů a šířka kola mezi věnci byla 0,7 metrů. Tuto výpověď mlynáře Miloslava Jiráňka jsem posléze přetransformoval pro lepší představivost do 3D modelu prostřednictvím softwaru Pro ENGINEER Wildfire 2.0 (viz. obr. 6.1 a obr. 6.2).

**Obr. 6.1** *Model lednice s původním kolem***Obr. 6.2** *Model původního vodního kolo*

Do roku 1942 se na technologii výroby energie ve zdejší mlýně takřka nic nezměnilo. Pokrok přinesla paradoxně havárie dubového hřídele vodního kola. Tehdejší mlynář M. Jiránek se rozhodl vodní kolo nahradit vodní turbínou s generátorem na výrobu elektřiny s efektivnějším výkonem – tím byla pozměněna i koncepce lednice, která vydržela až doposud (viz. obr. 6.3 a obr. 6.4). Tento záměr se mu podařilo přes válečnou dobu zrealizovat a do doby kolektivizace byl tento moderní vodní motor plně funkční. Poté byla turbína demontována a odvezena neznámo kam.

**Obr. 6.3** *Lednice – současný stav***Obr. 6.4** *Model současné lednice*

V současné době, kdy se hledají alternativní „zelené“ zdroje energie a v rámci nové strategie mikroregionu Podralska a Podještědí se snažíme nalákat do této oblasti co nejvíce návštěvníků, je třeba využít všech možností, které by zatraktivnily tuto oblast a přitáhly sem další potenciální turisty. Toto vše by měl přinést úspěšně realizovaný projekt vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25.

Po případné realizaci projektu se tato historicko-technická památka spolu s vodním kolem stane nedílnou součástí naučné stezky „K Pramenům“ a tudíž celého turistického komplexu města Osečná. Zhotovením projektu bude rozšířen rozsah turisticky navštěvovaných objektů v regionu, což přispěje k atraktivitě dané oblasti a kvalitativně to zhodnotí výchozí stav.

Projekt není zaměřen na konkrétní úzkou cílovou skupinu, svým charakterem osloví celé široké spektrum populace, obyvatele města, turisty, cyklisty, lázeňské hosty a další návštěvníky regionu.

6.2 Zdroj problému

Zdrojem problému je absence vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25.

6.3 Cíl projektu

Cílem projektu je navrhnout a zkonstruovat vodní kolo na horní vodu Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné a připravit tak podklady na jeho výrobní realizaci se zřetelem na původní kolo a tím zatraktivnit zdejší region a zároveň vytvořit zdroj zelené energie.

6.4 Záměr projektu

Záměrem projektu je vytvoření optimálního řešení vodního kola na horní vodu Jenišovského mlýna čp. 25 tak, aby mělo delší životnost než předchozí kola dřevěná, bezúdržbový a bezpečný provoz - a to vše s využitím inovačních prvků a moderní technologie. Zároveň by mělo být výrobně nenáročné a snadno opravitelné a v neposlední řadě s možností vyrábět co největší množství energie.

6.5 Inovace projektu

Projekt shledávám inovační v následujících prvcích:

- Zvyšuje atraktivitu města a regionu
- Odráží specifickou daného území
- Využívá moderní technologie pro konstruování vodního kola
- Kvalitativně zhodnocuje výchozí stav
- Obnovuje historický technický prvek
- Dotváří turistický komplex města Osečná
- Navazuje na další projekty
- Staronový alternativní zdroj energie

6.6 Rozsah projektu

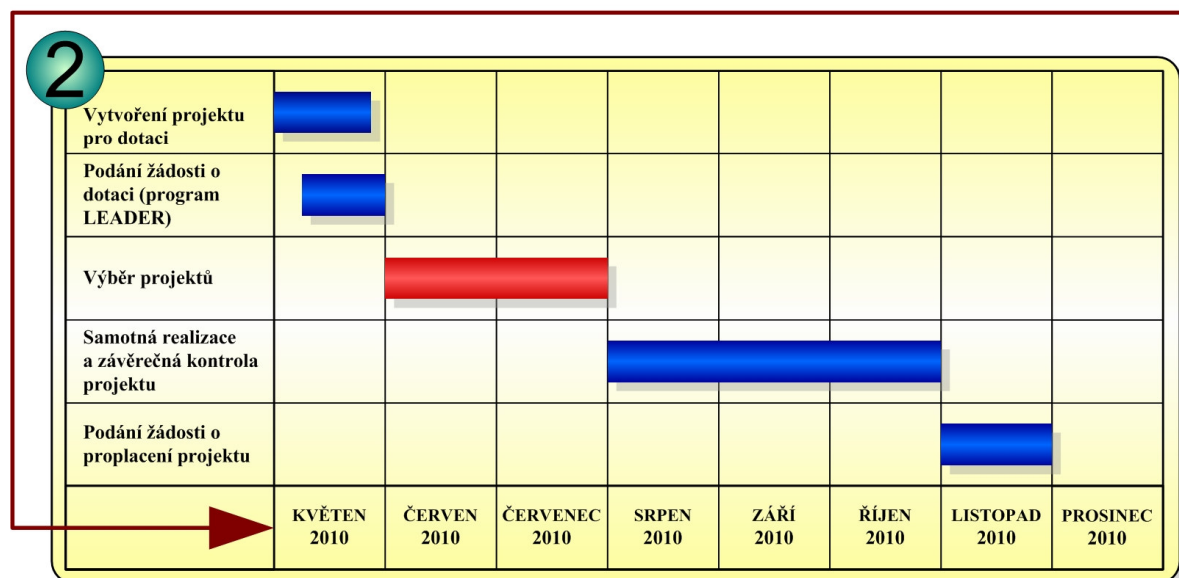
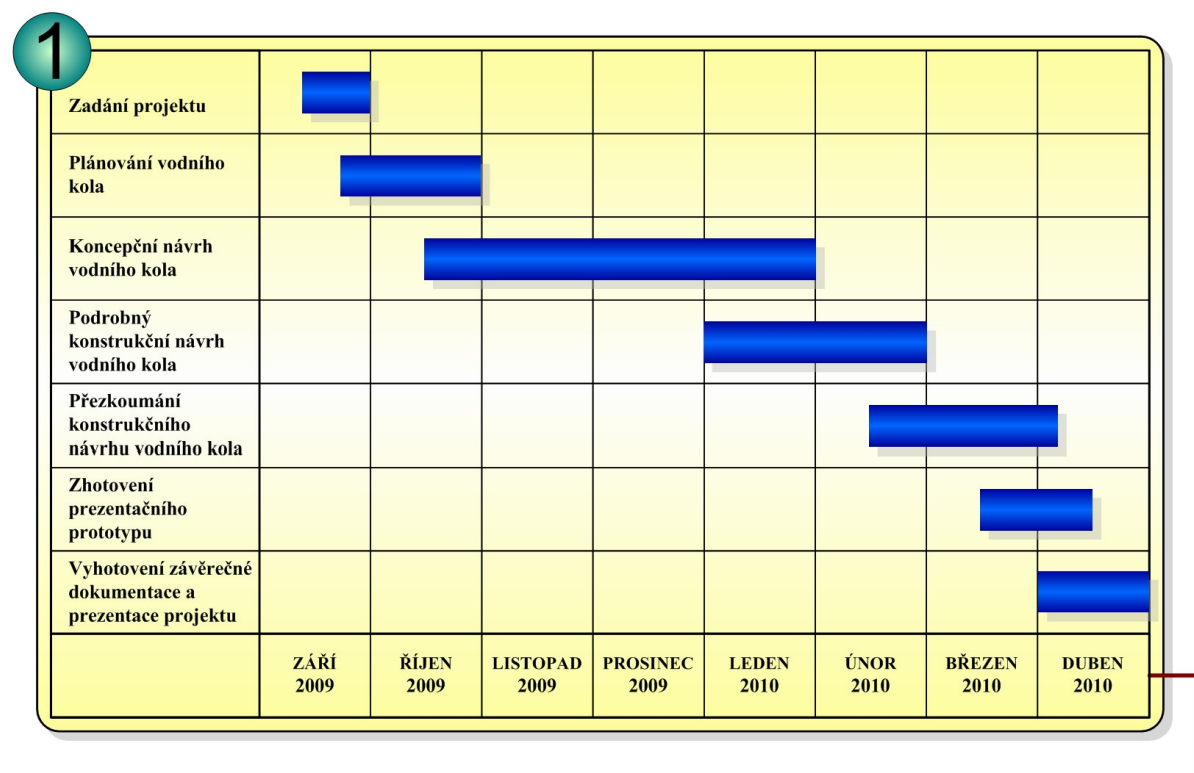
Projekt obsahuje vygenerované návrhy variant vodního kola a jejich analýzy. Dále předkládá výběr a ověření vybrané varianty, finální výkresovou dokumentaci včetně technických výpočtů, vytvoření prezentačního prototypu a potřebné náklady na realizaci vítězného návrhu.

6.7 Harmonogram celého projektu

Rozložení celého projektu v čase jsem znázornil v harmonogramu v podobě úsečkového grafu (viz. obr. 6.5).

Harmonogram neboli výrobní plán je úmyslně rozdělen na dvě části **1.** a **2.**, z nichž první část se zabývá fází od zadání projektu až po vyhotovení závěrečné dokumentace a prezentace projektu - tento materiál je součástí mé diplomové práce. Druhá část projektu, tj. fáze od vytvoření projektu pro dotaci až po podání žádosti o proplacení projektu, bude řešena manažerem zadavatele a zároveň investora.

Dle mého názoru je kritickým místem celého výrobního plánu „výběr projektů“ v řadě desítek podobných záměrů v programu LEADER MAS Podralsko. Z tohoto důvodu byl tento úsek vyznačen červeně (viz. obr. 6.5).



Obr. 6.5 Harmonogram celého projektu

7. KONCEPT VODNÍHO KOLA

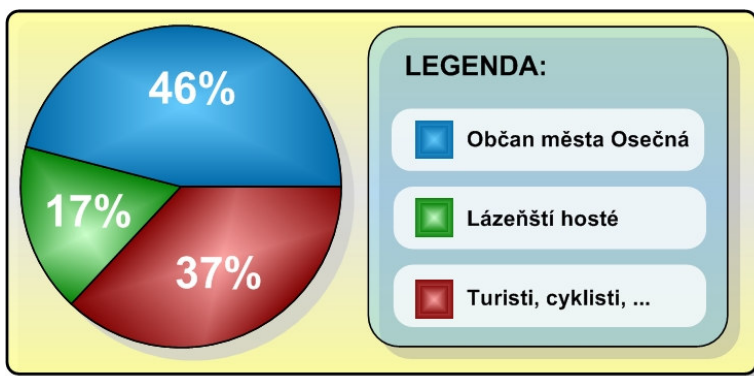
7.1 Dotazníkový průzkum

V koncepční fázi jsem nejdříve zhotovil jednoduchý dotazník pro potenciální návštěvníky (viz. příloha č. 1 – náhodně vybraný dotazník vyplněný jedním potenciálním návštěvníkem) s cílem identifikovat názor na znovuoobnovení vodního motoru (vodního kola/vodní turbíny) v Jenišovském mlýně čp. 25 v Osečné. V rámci šetření bylo v tištěné podobě distribuováno 20 dotazníků do Infocentra v Osečné. Dále jsem využil dynamicky se rozvíjejícího geocachingu a do schránky „Poklad skřítky Kunderáta“ (nacházející se na naučné stezce K Pramenům) jsem umístil kešdotazníky. Odpovědět mohli lidé i vyplněním dotazníku v elektronické podobě zaslané emailem - distribuováno bylo touto cestou opět 20 dotazníků. Lidé nakonec vyplnili nebo zaslali elektronickou cestou **30 dotazníků**, tj. návratnost ve výši 75%.

Vyhodnocení dotazníkového průzkumu

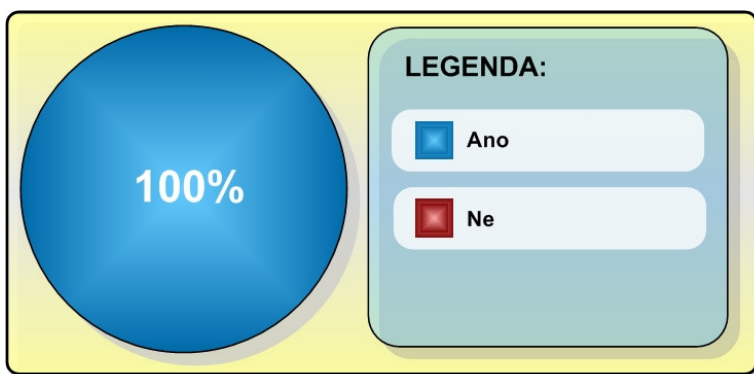
1. Do jaké skupiny respondentů se řadíte?

Občané města Osečná (14 \Rightarrow 46%)
Lázeňští hosté (5 \Rightarrow 17%)
Turisté, cyklisté (11 \Rightarrow 37%)



2. Znáte Jenišovský mlýn čp. 25 u pramenů Ploučnice v Osečné?

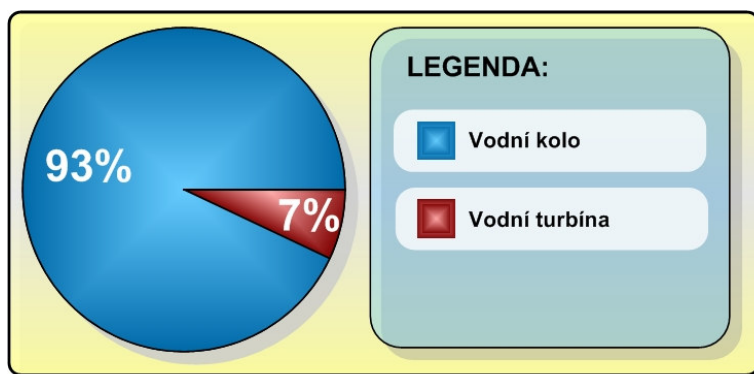
Ano (30 \Rightarrow 100%)
Ne (0 \Rightarrow 0%).



3. Co by pro Vás bylo zajímavější shlédnout v tomto mlýně?

Vodní kolo (28 ⇒ 93%)

Vodní turbína (2 ⇒ 7%).

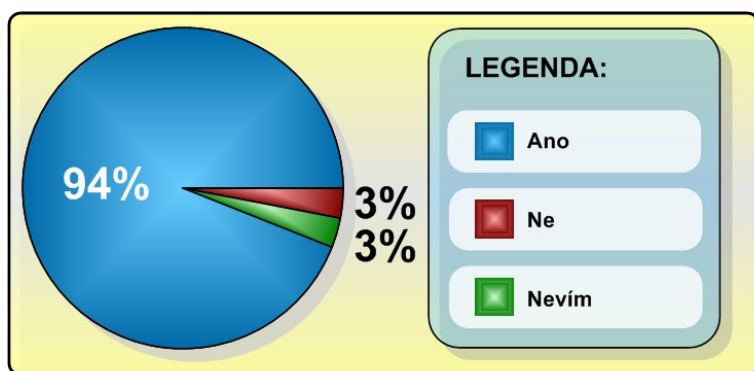


4. Myslíte si, že zprovoznění vodního motoru (kola / turbíny) v tomto mlýně ztraktivní tento region?

Ano (28 ⇒ 94%)

Ne (1 ⇒ 3%)

Nevím (1 ⇒ 3%)

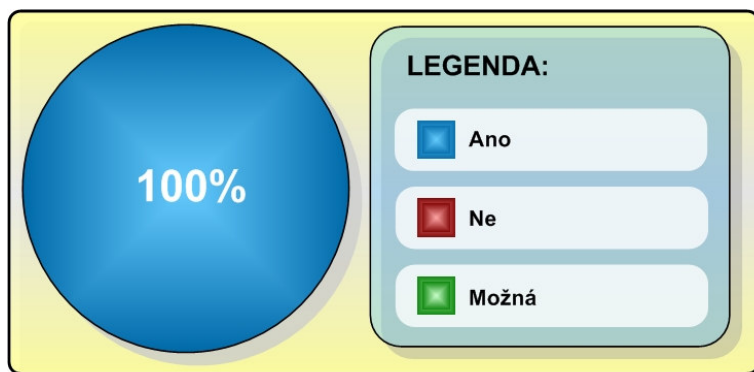


5. Navštívili byste tuto technicko-historickou památku po případném znovuzprovoznění?

Ano (30 ⇒ 100%)

Ne (0 ⇒ 0%)

Možná (0 ⇒ 0%)

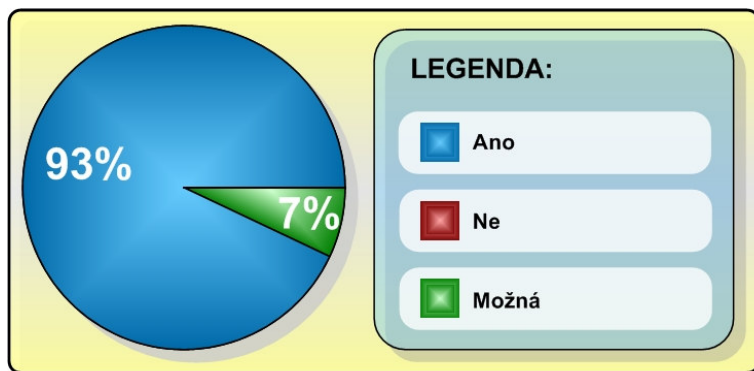


6. Doporučili byste návštěvu této technicko-historické památky svým známým po případ. znovuzprovoznění?

Ano (30 ⇒ 93%)

Ne (0 ⇒ 0%)

Možná (2 ⇒ 7%)



Z výsledků dotazníkového šetření vyplynulo, že lidé by preferovali ke zhlédnutí v Jenišovském mlýně čp. 25 v Osečné vodní kolo před vodní turbínou. „*Při dotazování proč právě vodní kolo*“, zaznívaly často stejné názory – zajímavější, atraktivnější, fotogeničtější a elegantnější pro tento mlýn. Pro ukázkou jsem vybral tři zajímavé interpretace respondentů na otázku proč právě vodní kolo:

1. „*Točící se kolo je nesporné turistické lákadlo*“
2. „*Bude to zase něco nového, co jen tak někdo nemá*“
3. „*Realizací vodního kola se mlýn stane pro všechny opravdu mlýnem - asi jako komíník bez čepičky a štětky je sice stále komíník, ale...*“

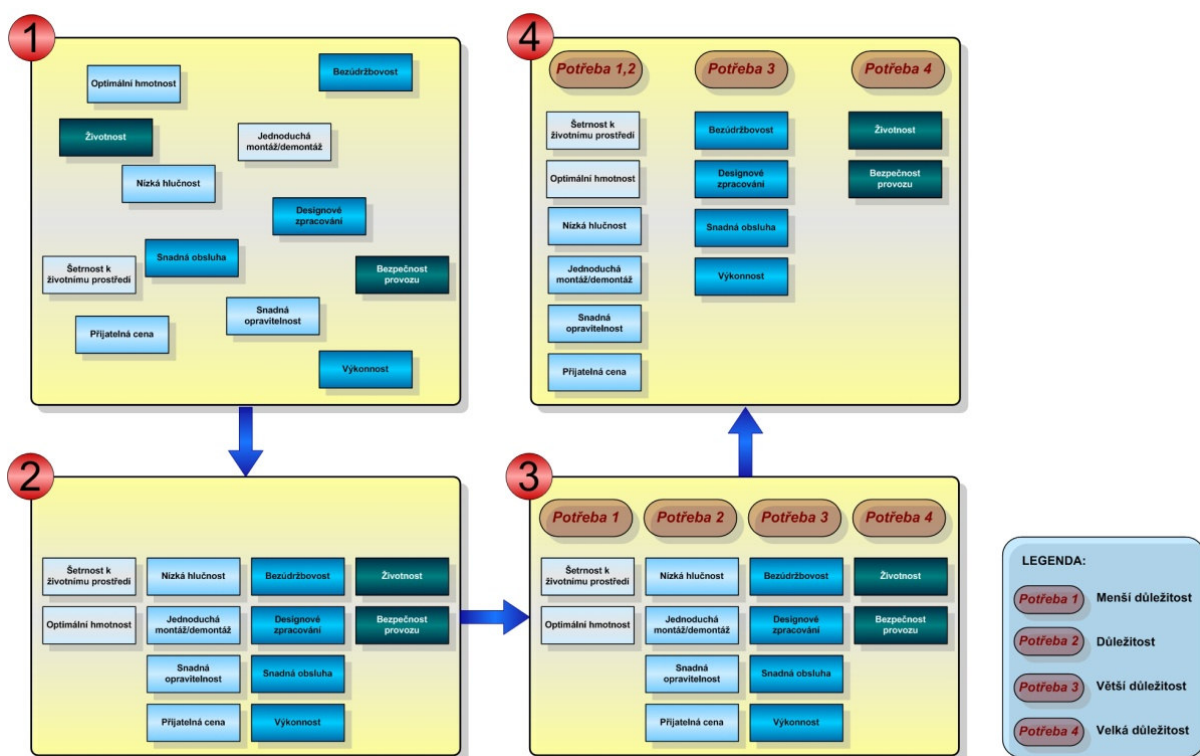
Z dotazníků dále vyplynulo, že respondenti shledávají případné znovuoobnovení vodního motoru pozitivně a domnívají se, že bezesporu ztraktivní nejen město, ale i celý region. V neposlední řadě vyšlo najevo, že lidé by navštívili tuto technicko-historickou památku a doporučili by ji nejen svým známým.

7.2 Identifikace potřeb

V této fázi jsem identifikoval potřeby a to na základě zadavatele (tím jest město Osečná) prostřednictvím interview.

Interview neboli osobní rozhovor se zadavatelem a zároveň investorem projektu bylo provedeno na radnici v Osečné. Délka interview činila přibližně 30 minut. Pro zdokumentování jednotlivých přání, potřeb a názorů byly použity osobní poznámky.

Všechny potřeby jsem popsal jako vlastnost a následně interpretoval. Tyto interpretované potřeby jsem uspořádal do různých významových úrovní a vytvořil jsem tzv. Afinní diagram (viz. obr. 7.1).



Obr. 7.1 Afinní diagram

Jelikož mi afinní diagram neposkytuje dostatek informací o relativním významu jednotlivých potřeb \Rightarrow bylo nezbytně nutné vytvořit tabulku s relativním významem jednotlivých potřeb (viz. obr. 7.2) dle škály významnosti **1 – 5**:

- 1** – po této vlastnosti výrobku netoužím
- 2** – tato vlastnost pro mne není významná
- 3** – bylo by dobré, aby tuto vlastnost výrobek měl
- 4** – tuto vlastnost výrobku bych velmi ocenil
- 5** – kritická vlastnost, bez této vlastnosti nebudu o výrobku vůbec uvažovat

Vygenerovaný relativní význam jednotlivých potřeb bude zahrnut v další fázi, tj. ve fázi generování návrhů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné.

| Číslo | Potřeba | Relativní význam |
|-------|---|------------------|
| 1 | Designové zpracování vodního kola | 4 |
| 2 | Jednoduchá montáž/demontáž vodního kola | 3 |
| 3 | Výkonnost vodního kola | 4 |
| 4 | Snadná obsluha vodního kola | 3 |
| 5 | Bezpečnost provozu vodního kola | 5 |
| 6 | Optimální hmotnost vodního kola | 2 |
| 7 | Bezúdržbovost vodního kola | 3 |
| 8 | Životnost vodního kola | 5 |
| 9 | Přijatelná cena vodního kola | 3 |
| 10 | Nízká hlučnost vodního kola | 2 |
| 11 | Snadná opravitelnost vodního kola | 3 |
| 12 | Vodní kolo šetrné k životnímu prostředí | 2 |

Obr. 7.2 Relativní význam jednotlivých potřeb

7.3 Generování konceptu vodního kola

Ve fázi generování konceptu jsem se již zabíral popisem tvarů a funkčních principů navrhovaného vodního kola a to se zřetelem na potřeby a požadavky zadavatele.

7.3.1 Průzkum již známých řešení vodního kola

Před vlastním generováním návrhů vodního kola jsem provedl průzkum již známých řešení. Využil jsem k tomu tyto metody:

1. Studium odborných literatur týkajících se problematiky vodních kol

- ŠTĚPÁN L.; KŘIVANOVÁ M.: *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*
- ŠTĚPÁN L.; URBÁNEK R.; KLIMEŠOVÁ H.: *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II.*
- HÝBL J.: *Vodní motory*

2. Konzultace s experty z oblasti mlynářství a výroby vodních kol

- Luděk Štěpán – sekerník, tvůrce lidových staveb Vysočina
- Miloslav Jiránek – původní mlynář
- Miroslav Šubrt – konstrukce a stavba strojů



Obr. 7.3 *Návštěva p. Štěpána v Zaječicích*



Obr. 7.4 *Konzultace s p. Šubrtem*

3. Osobní návštěva funkčních i nefunkčních vodních kol



Obr. 7.5 *Zubrnice – dřevěné mlynské kolo*



Obr. 7.6 *Zubrnice – návštěva mlýna Týniště 27*



Obr. 7.7 *Kozmice – kovové vodní kolo*



Obr. 7.8 *Kozmice – převody čerpadla vodovodu*

4. Průzkum internetového média

- Klasická dřevěná vodní kola (viz. příloha č.2)
- Vodní kola s železnou hřídelí a rozetou (viz. příloha č.3)
- Kovová vodní kola (viz. příloha č.4)

5. Patentový průzkum

Prostudování německého patentu č. 102 18 443 z roku 2004 týkající se inovace kovového vodního kola. Autor patentu Ing. Büro Hartmuth Drews (Segmentkranz - Wasserrad <http://www.wasserrad-drews.de/>)

7.3.2 Stanovení základních rozměrů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25

Při stanovení základních rozměrů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné jsem postupoval následovně:

- I. Zjistil jsem průtočné množství vody v náhonu
- II. Stanovil jsem průměr vodního kola
- III. Stanovil jsem šířky věnců (bočních kruhů)
- IV. Vypočetl jsem šířku vodního kola mezi kruhy
- V. Stanovil jsem počet lopatek vodního kola
- VI. Vypočetl jsem přibližný výkon vodního kola

I. Průtočné množství vody v náhonu

Průtočné množství vody v náhonu jsem stanovil na základě informace posledního mlynaře tohoto mlýna a dle mého měření přepadů:

$$Q_{\tau_0} \cong 0,06 \left[m^3 / s \right] \cong 60 \left[dm^3 / s \right]$$

Pozn.: $Q_{\tau_0} = 60 \left[dm^3 / s \right]$ je průměrný průtok vody v náhonu. Maximální průtok, na který bude kolo dimenzováno a s kterým budu počítat v kontrolním výpočtu činí $Q_{\tau_{MAX}} = 100 \left[dm^3 / s \right]$.

II. Průměr vodního kola

Průměr vodního kola jsem určil podle rozdílu výšek mezi hladinou vody pod kolem a spodní hranou výtoku z horního žlabu – vantroků včetně odečtení nejnutnějších mezer.

Mezery:

vodní kolo – vantrok $m_1 = 5[cm]$

vodní kolo – spodní hladina $m_2 = 10[cm]$

Průměr vodního kola činí (dle měření):

$$D = 2R = 6,2[m]$$

Pozn.: Dříve činil průměr vodního kola $D = 7[m]$

III. Šířka věnců (boční kruhy)

Šíře věnců udává jeden za tři rozměrů korečků, tj. jeho hloubku. Šíře věnců se běžně pohybovala od 20 do 30 [cm], dle konstrukce kola.

Volím rozměr šířky věnců:

$$b_v = 0,25[m]$$

IV. Šířka vodního kola

Obvodová rychlost vodního kola:

Obvodová rychlost kola se volívá $u = 1,5$ až $2,5[m/s]$

Volím $\Rightarrow u = 1,5[m/s]$

Výtoková rychlost vody:

$$c = 2,5 \times \sqrt{u} = 2,5 \times \sqrt{1,5} \cong 3[m/s]$$

Pozn: Rychlost přitékající vody musí mít dvojnásobnou rychlost, než je rychlost obvodová vodního kola. To je z důvodů toho, aby voda dokázala korečky doběhnou a naplnit je.

Počet otáček za minutu vodního kola:

$$u = \frac{s}{t} = \frac{R \times \varphi}{t} = R \times \omega = R \times 2 \times \pi \times n = \pi \times D \times n$$

$$\Rightarrow n = \frac{u}{\pi \times D} = \frac{1,5 \times 60}{\pi \times 6,2} = 4,62 [\text{ot} / \text{min}]$$

Délka dráhy obvodu kola za minutu:

$$s_{VK[\text{min}]} = \pi \times D \times n = \pi \times 6,2 \times 4,62 = 90 [\text{m} / \text{min}]$$

Délka dráhy obvodu kola za sekundu:

$$s_{VK[s]} = \frac{s_{K[\text{min}]}}{60} = \frac{90}{60} = 1,5 [\text{m}] = 15 [\text{dm} / \text{min}]$$

Šířka vodního kola mezi kruhy:

$$B = \left[\frac{Q_{\tau_{\varnothing}}}{(s_{VK[\text{dm}/s]} \times b_V)} \right] \times 3 = \left[\frac{60}{(15 \times 0,25)} \right] \times 3 = 4,8 [\text{dm}] = 0,48 [\text{m}]$$

$$\Rightarrow \text{Volím } B = 0,75 [\text{m}]$$

Pozn.: Původní šířka vodního kola na základě informace posledního mlynáře Jiráňka činila:

$$B_{\text{celk.}} = 0,8 [\text{m}]$$

Plnění korečků vodního kola:

$$\text{Plnění korečků kola se volívá } e = \frac{1}{5} \text{ až } \frac{1}{2} [\text{m} / \text{s}]$$

$$e = \frac{Q_{\tau_{\varnothing}}}{b_V \times B \times u} = \frac{0,06}{0,25 \times 0,75 \times 1,5} \cong 0,21 [\text{m} / \text{s}]$$

V. Počet lopatek vodního kola

Počet lopatek: **64**

VI. Výkon vodního kola

Celkový spád (stanoveno dle 3D modelu):

$$s_{\text{pád}} = D + m_1 + m_2 + k = 6,2 + 0,05 + 0,1 + 0,35 = 6,7 [\text{m}]$$

Pozn.: $k = 0,35 [\text{m}]$ - výška hladiny vody ve vantroku + tloušťka dna vantroku.

Průměrný výkon vodního kola:

$$1[HP] = 735,49875[W] , Pozn.: HP = koňská síla$$

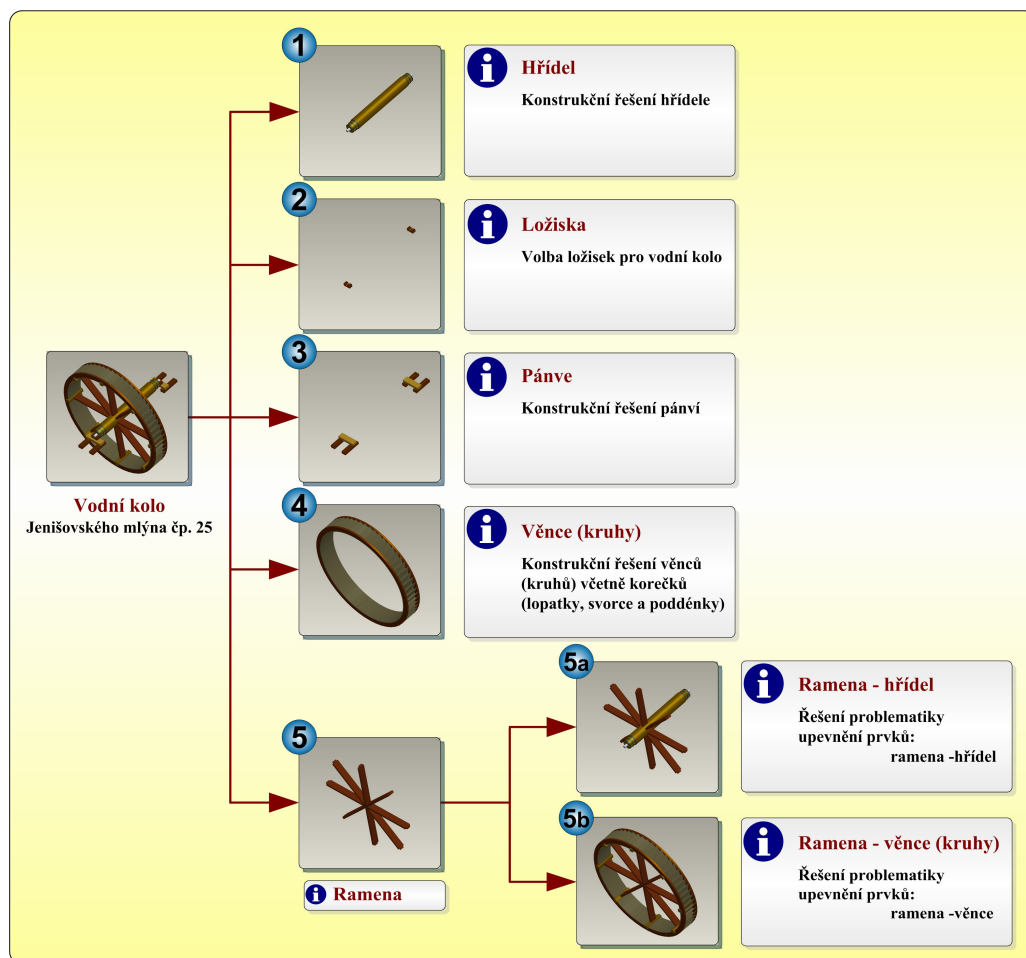
η_{vk} = koeficient účinnosti (u vodních kol 60 – 80%) , Volím $\Rightarrow \eta_{vk} = 0,75$

$$P_{\emptyset} = \frac{1000 \times Q_{r_{\emptyset}} \times s_{pád}}{75} \times \eta_{vk} = \frac{1000 \times 0,06 \times 6,7}{75} \times 0,75 = 4,02[HP]$$

$$P_{\emptyset} = 4,02[HP] \times 735,49875 = 2,957[kW]$$

7.3.3 Dekompozice komplexního vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25

Vodní kolo je z hlediska konstrukčních prvků poměrně komplexní. Kolo jsem tedy rozložil do pěti dílčích skupin a to na hřídel, ložiska, pánve, věnce (kruhy) včetně korečků a ramena (viz. obr. 7.9). Těmito skupinami se budu při generování návrhů vodního kola zabývat.



Obr. 7.9 Dekompozice komplexního vodního kola

7.3.4 Generování návrhů vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25

V této části jsem již začal realizovat návrhy variant vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 a to nejdříve formou skic za pomoci obyčejné tužky na čistý papír. Myšlenky z nepřehledných nákresů (návrhů) jsem přetransformoval pro přehlednost do hrubých 3D - modelů, které byly provedeny softwarem ProEngineer WildFIRE 2.0.

7.3.4.1 Varianta 1 – dřevěné vodní kolo

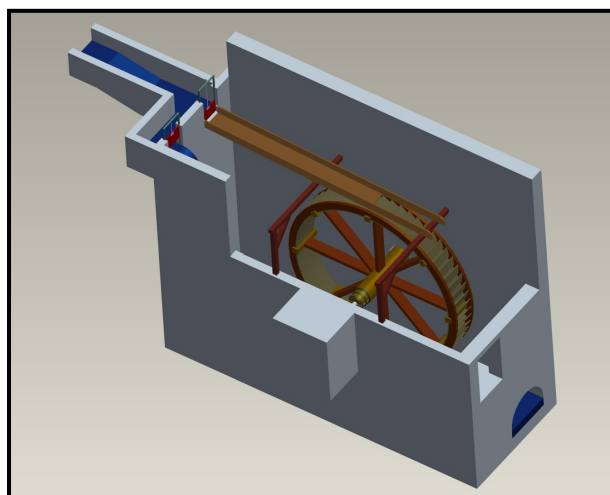
Tato varianta je celodřevěná. Vlastní hrubý návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.10 a usazení kola do lednice na obr. 7.11. Tato varianta byla naposledy použita v tomto mlýně.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Dubová hřídel. Konce hřídele ve tvaru kužele opatřeny litinovými čepy. Čepy zajištěny obručkami. Hřídel na dvou ložiskách nese vodní kolo i samostatné paleční kolo.
- 2. Ložiska:** Dvě dubová ložiska čepů nazývaná shlavíčka.
- 3. Pánve:** Obě ložiska podložena dubovým shlavím. Každé shlaví leží na dvou příčných dubových remlicích – ty jsou umístěny a upevněny v lednici na kamenech.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce navrženy ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Věnce mají drážky pro šikmé lopatky a svorce. Lopatky a svorce jsou složeny z dubových prken, spojených v úhlu. Lopatka svírá s obvodem kola úhel 30° , kdežto svorec při dně korečků je radiální. Na věncích kola se nachází podbití – poddénky, které společně s lopatkami a svorci tvoří korečky.
- 5. Ramena:** Dubová ramena. Počet ramen $z = D + 2 = 6, 2 + 2 = 8, 2 \approx 8$. Ramena prochází dlabu osou hřídele. Na konci ramen jsou příčné přeslice, které nesou věnce kola.



Obr. 7.10 Varianta 1 – návrh vodního kola



Obr. 7.11 Varianta 1 – lednice s kolem

- + **Výhody:**
- Varianta zachovává historické zpracování
 - Jednoduchá konstrukce

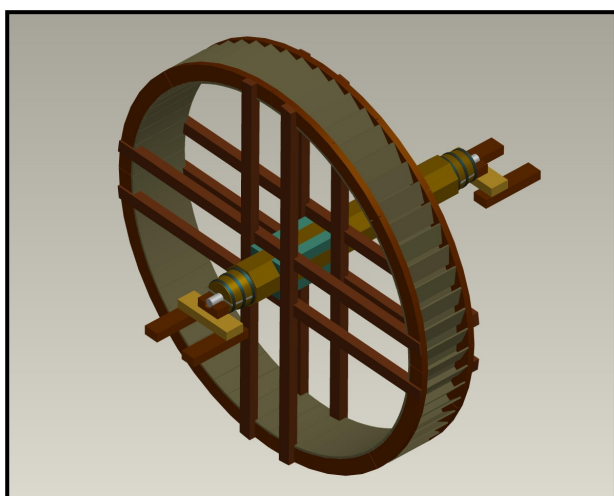
- *Nevýhody:*
 - Zeslabení hřídele v místě procházejících ramen dlaby
 - Ztráty při vtoku vody na čelo lopatky
 - Velká hmotnost vodního kola
 - Nízká životnost a nutná pravidelná údržba
 - Výroba vyžaduje zkušeného sekerníka

7.3.4.2 Varianta 2 – celodřevěné vodní kolo

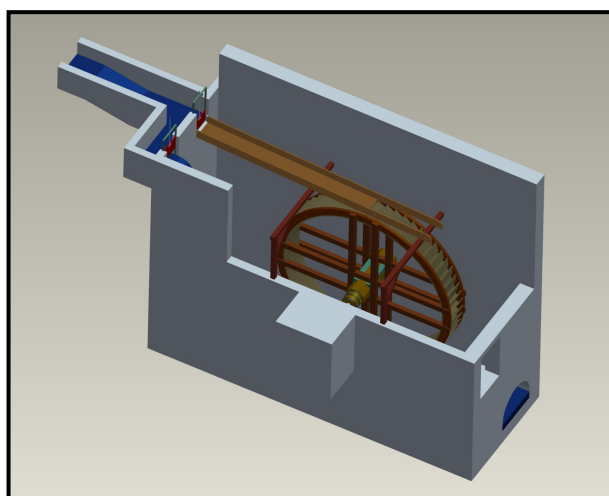
Tato varianta je celodřevěná. Vlastní hrubý návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.12 a usazená kola do lednice na obr. 7.13.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Dubová hřídel. Konce hřídele ve tvaru kužele opatřeny litinovými čepy. Čepy zajištěny obručemi. Hřídel na dvou ložiskách nese vodní kolo i samostatné paleční kolo.
- 2. Ložiska:** Dvě dubová ložiska čepů nazývaná shlavíčka.
- 3. Pánve:** Obě ložiska podložena dubovým shlavím. Každé shlaví leží na dvou příčných dubových remlicích – ty jsou umístěny a upevněny v lednici na kamenech.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce navrženy ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Věnce mají drážky pro šikmé lopatky a svorce. Lopatky a svorce jsou složeny z dubových prken, spojených v úhlu. Lopatka svírá s obvodem kola úhel 30° , kdežto svorec při dně korečků je radiální. Na věncích kola nechybí podbití – Doddénky, které společně s lopatkami a svorci tvoří korečky.
- 5. Ramena:** Dubová ramena. Vlastní uchycení založeno na obkročném způsobu. To je způsob, při kterém na obou stranách kola dva a dva páry ramen hřídel obchází. Na hřídeli, v tomto místě upravené do osmihranu, jsou ramena zaklíněna klíny.



Obr. 7.12 Varianta 2 – návrh vodního kola



Obr. 7.13 Varianta 2 – lednice s kolem

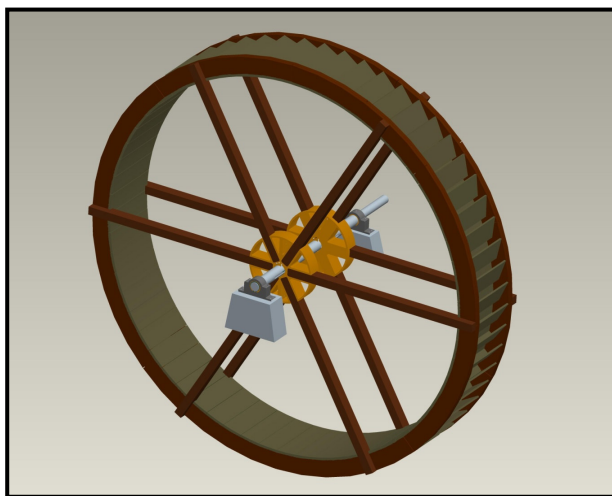
- + **Výhody:**
 - Varianta zachovává historické zpracování
 - Vysoká životnost těchto typů celodřevěných vodních kol
- **Nevýhody:**
 - Vyšší ztráty při vstupu vody na čelo lopatky
 - Velká hmotnost vodního kola
 - Nutnost průběžné údržby dotahování klínů
 - Výroba vyžaduje zkušeného sekerníka

7.3.4.3 Varianta 3 – míšené vodní kolo s rozetami

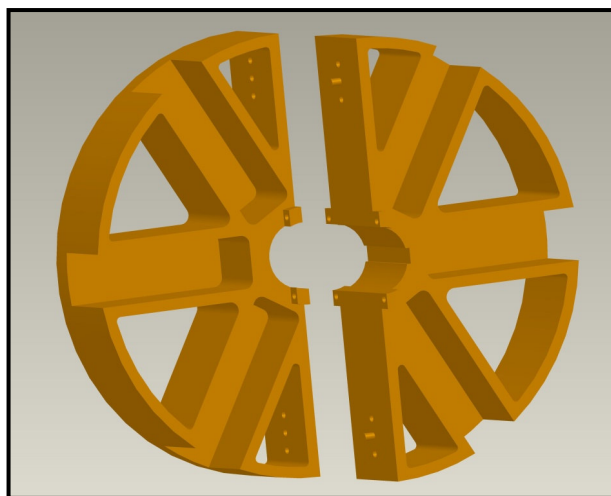
Tato varianta vodního kola je navržena již z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.14 a detail půlené rozety na obr. 7.15.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na hřídeli umístěny dvě půlené lité kruhové rozety. Ty jsou proti pootočení na hřídeli zajištěny drážkovými klíny s nosy. Hřídel na dvou ložiskách nese vodní kolo.
- 2. Ložiska:** Dvě půlená kluzná ložiska uložená ve vysoustruženém vybrání hřídele.
- 3. Pánve:** Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska pak leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce navrženy ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Šikmé lopatky a svorce jsou složeny z dubových prken, spojených v úhlu. Lopatka svírá s obvodem kola úhel 30°, kdežto svorec při dně korečků je radiální. Na věncích kola nechybí dřevěné podbití – poddénky, které společně s lopatkami a svorci tvoří korečky.
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x6 kusů). Ramena jsou zasazena do jednotlivých komůrek rozet a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou přisekaná ramena taktéž přitažena šroubovým spojením. Pro stabilnější a pevnější uchycení věnců je možno využít mimo jiné i táhel.



Obr. 7.14 Varianta 3 – návrh vodního kola



Obr. 7.15 Varianta 3 – detail půlené rozety

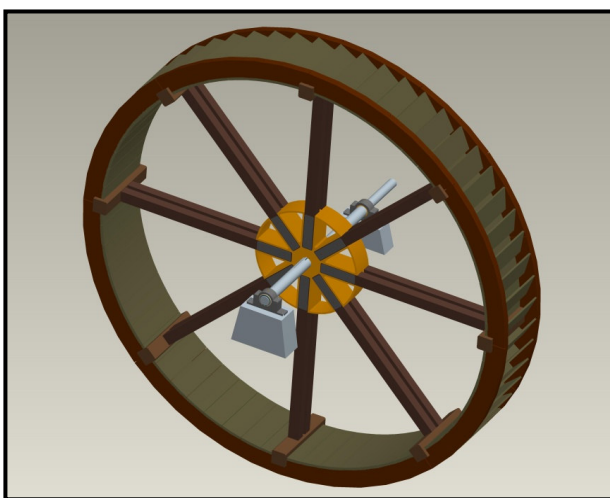
- + **Výhody:**
 - Jednoduchá ocelová hřídel
 - Jednoduchá montáž a demontáž půlených rozet
- **Nevýhody:**
 - Vyšší ztráty při vtoku vody na čelo lopatky
 - Nedostatečný počet ramen
 - Náročná a drahá výroba půlených kruhových rozet

7.3.4.4 Varianta 4 – míšené vodní kolo s rozetou

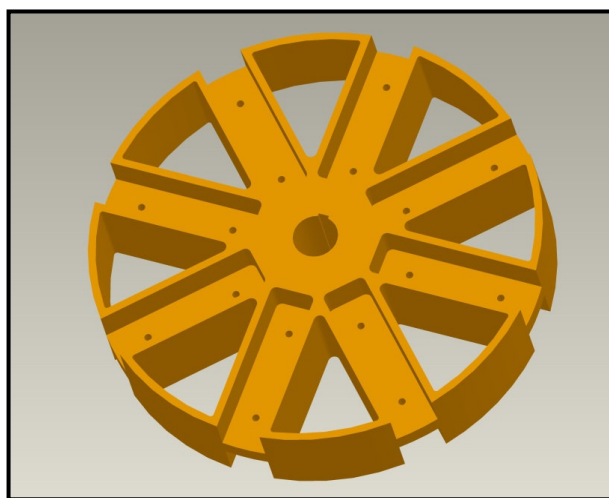
Tato varianta vodního kola je navržena z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.16 a detail rozety na obr. 7.17.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na hřídeli umístěna jedna litá kruhová rozeta. Ta je proti pootočení na hřídeli zajištěna drážkovým klínem s nosem. Ocelová hřídel na dvou ložiskách nese vodní kolo.
- 2. Ložiska:** Dvě půlená kluzná ložiska uložena ve vysoustruženém vybrání hřídele.
- 3. Pánve:** Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozbíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce navrženy ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Šikmé lopatky a svorce jsou složeny z dubových prken, spojených v úhlu. Lopatka svírá s obvodem kola úhel 30°, kdežto svorec při dně korečků je radiální. Na věncích kola je dřevěné podbití – poddénky, které společně s lopatkami a svorci tvoří korečky.
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek rozety a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou ramena připevněna za pomoci příčných přeslic šroubovým spojením.



Obr. 7.16 Varianta 4 – návrh vodního kola



Obr. 7.17 Varianta 4 – detail rozety

- + **Výhody:**
 - Jednoduchá ocelová hřídel

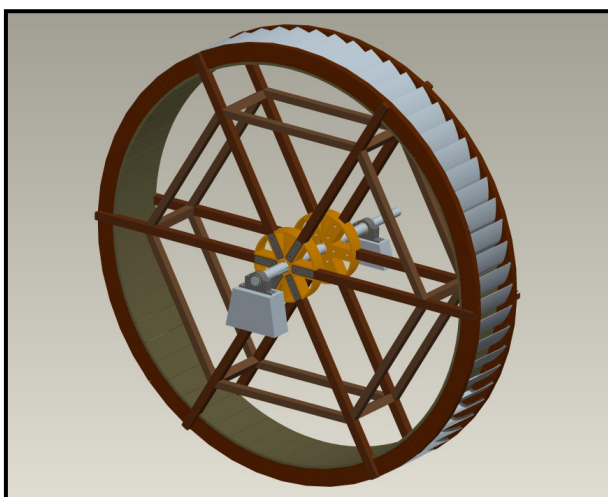
- *Nevýhody:*
 - Vyšší ztráty při vstupu vody na čelo lopatky
 - Velká hmotnost vodního kola
 - Drahá výroba rozety

7.3.4.5 Varianta 5 – míšené vodní kolo s rozetami

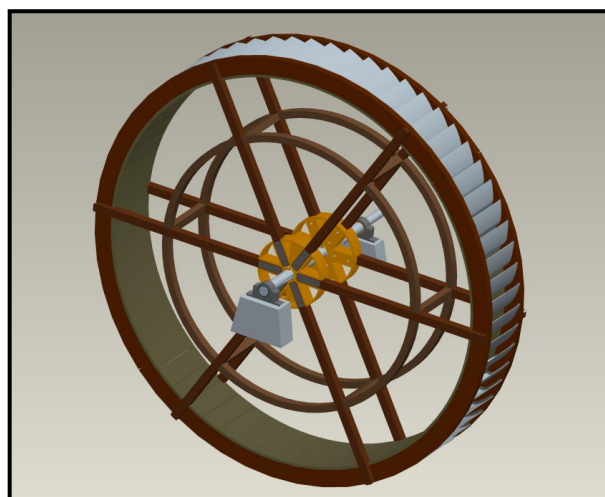
Tato varianta vodního kola je navržena z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola s rozdílnými výztuhami je znázorněn na obr. 7.18 a na obr. 7.19.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na hřídeli umístěny dvě půlené lité kruhové rozety. Ty jsou proti pootočení na hřídeli zajištěny drážkovými klíny s nosy. Hřídel odstupňován na obou stranách pro dvě ložiska – ty jsou zajištěny pojistnými kroužky. Ocelová hřídel na dvou ložiskách nese vodní kolo.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska umístěná na odstupňovaném hřídeli.
- 3. Pánve:** Obě ložiska jsou uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska pak leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce jsou ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Plechové lopatky zakřivené dle relativní dráhy vody jsou upevněny za pomoci uhlíků. Na věncích kola je dřevěné podbití – poddénky, které společně s lopatkami tvoří korečky.
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x6 kusů). Ramena jsou zasazena do jednotlivých komůrek rozet a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou přisekaná ramena také přitažena šroubovým spojením. Pro větší stabilitu jsou navrženy buď hranaté nebo kulaté výztuhy.



Obr. 7.18 Varianta 5 – návrh vodního kola



Obr. 7.19 Varianta 5 – návrh vodního kola

- + *Výhody:*
 - Vyšší účinnost díky zakřiveným plechovým lopatkám
 - Vyšší životnost a snížená váha lopatek
 - Použití vzpěr k zajištění větší stability ramen

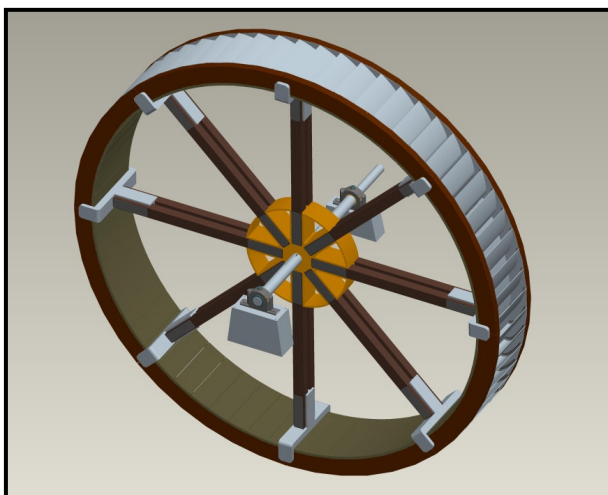
- *Nevýhody:*
 - Vysoká hmotnost vlivem dřevěných ramen, vzpěr, věnců a podbití
 - Náročná a drahá výroba půlených kruhových rozet a nerezových prvků

7.3.4.6 Varianta 6 – míšené vodní kolo s rozetou

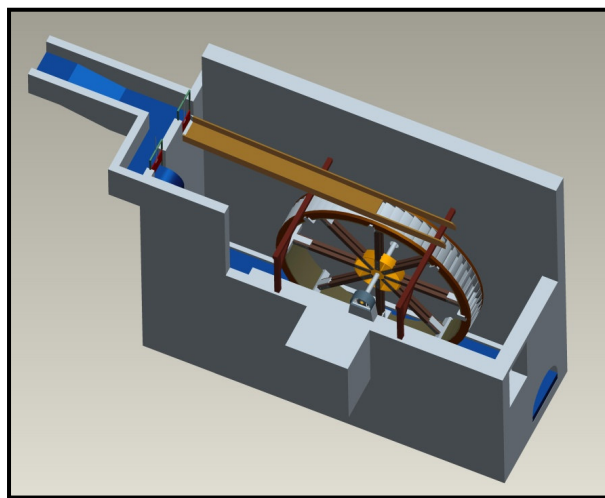
Tato varianta vodního kola je navržena z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.20 a usazená kola do lednice na obr. 7.21.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na hřídeli umístěna jedna litá kruhová rozeta. Ta je proti pootočení na hřídeli zajištěna drážkovým klínem s nosem. Hřídel je odstupňován na obou stranách pro dvě ložiska – ta jsou zajištěna pojistnými kroužky.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska umístěná na odstupňovaném hřídeli.
- 3. Pánve:** Obě ložiska jsou uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce jsou ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Na věncích kola je dřevěné podbití – Doddénky. Plechové lopatky jsou zakřivené dle relativní dráhy vody a upevněny za pomoci uhelníků na vnitřní plechovou výplň (boční kruhy + Doddénky).
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek rozety a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou ramena připevněna za pomoci příčných přeslic šroubovým spojením.



Obr. 7.20 Varianta 6 – návrh vodního kola



Obr. 7.21 Varianta 6 – lednice s kolem

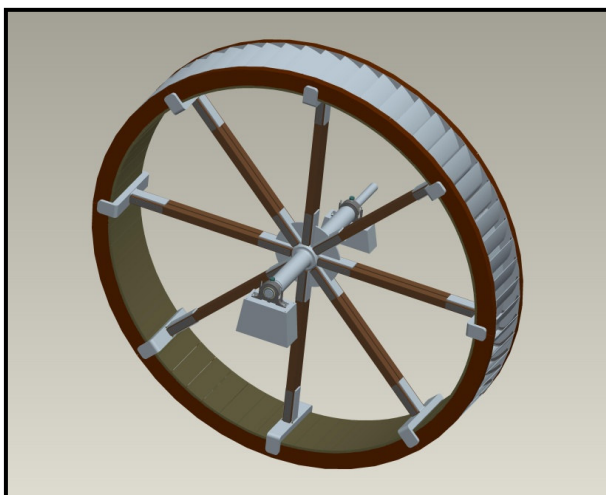
- + *Výhody:*
 - Vysoká účinnost díky zakřiveným plechovým lopatkám a výplně
 - Vyšší životnost a snížená váha lopatek
- *Nevýhody:*
 - Velká hmotnost vodního kola
 - Drahá výroba rozety

7.3.4.7 Varianta 7 – míšené vodní kolo se svařovanou hřídelí

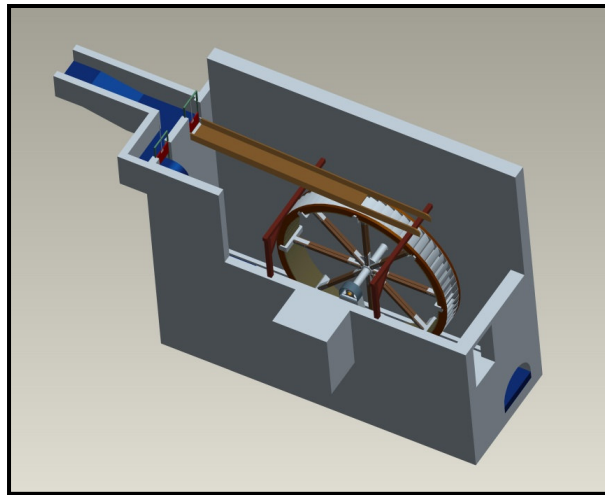
Tato varianta vodního kola je navržena z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.22 a usazení kola do lednice na obr. 7.23.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Svařovaná dutá ocelová hřídel. Na hřídeli navařen 8x I profil + trojúhelníkové zpevnění. Hřídel je odstupňován na obou stranách pro dvě ložiska – ty jsou zajištěny pojistnými kroužky.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska. Mazání zajišťují Staufferovy maznice.
- 3. Pánve:** Obě ložiska jsou v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Boční dubové věnce jsou ze zdvojených fošen z 2x8 kusů na jeden kruh. Na věncích kola je dřevěné podbití – Doddénky. Plechové lopatky jsou zakřivené dle relativní dráhy vody a upevněny za pomoci uhelníků na vnitřní plechovou výplň (boční kruhy + Doddénky).
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek svařovaných I profilů a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou ramena připevněna za pomoci příčných svařovaných ocelových přeslic prostřednictvím šroubového spojení.



Obr. 7.22 Varianta 7 – návrh vodního kola



Obr. 7.23 Varianta 7 – lednice s kolem

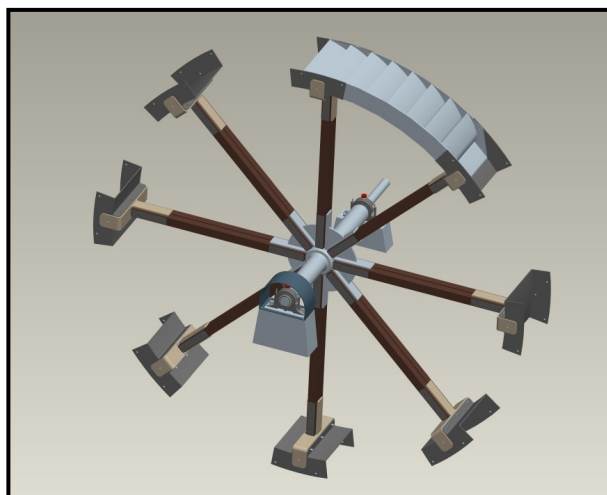
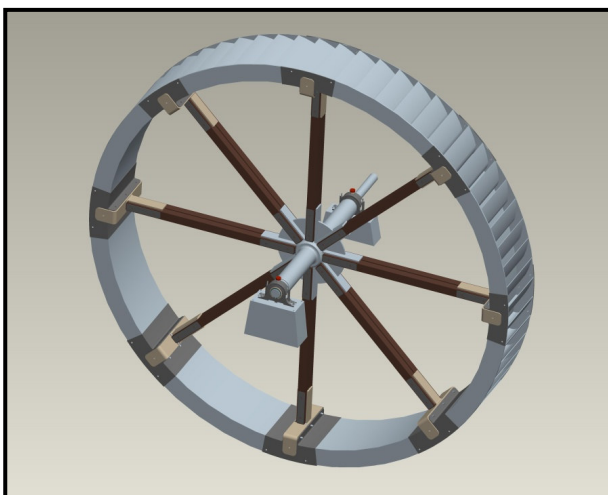
- + Výhody:**
 - Vysoká účinnost díky zakřiveným plechovým lopatkám a výplně
 - Hřídel jako svařenec – velká pevnost a životnost
 - Při tomto řešení není potřeba použít rozetu či rozety
- Nevýhody:**
 - Složitější a pracnější výroba hřídele

7.3.4.8 Varianta 8 – míšené vodní kolo s osmi nosnými a pracovními částmi

Tato varianta vodního kola je navržena z dřevěných a kovových částí – míšené kolo. Vlastní návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.24 a usazení kola do lednice na obr. 7.25.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Svařovaná ocelová hřídel. Na hřídeli navařen 8x I profil + trojúhelníkové zpevnění. Hřídel je odstupňován na obou stranách pro dvě ložiska – ta jsou zajištěna pojistnými kroužky.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska (možno i valivá ložiska). Mazání zajišťují Staufferovy maznice.
- 3. Pánve:** Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozbíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** 8x svařované plechové části věnců s Dodděnkami a šikmými lopatkami (zakřivené dle relativní dráhy vody). Osm pracovní částí kola je usazeno do osmi nosných prvků.
- 5. Ramena:** Dubová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek svařovaných I profilů a jsou přitažena šrouby. K jednotlivým částem věnců jsou ramena připevněna za pomoci příčných svařovaných přeslic a nosných prvků taktéž šroubovým spojením.



Obr. 7.24 Varianta 8 – návrh vodního kola **Obr. 7.25** Varianta 8 – umístění 1. části věnce

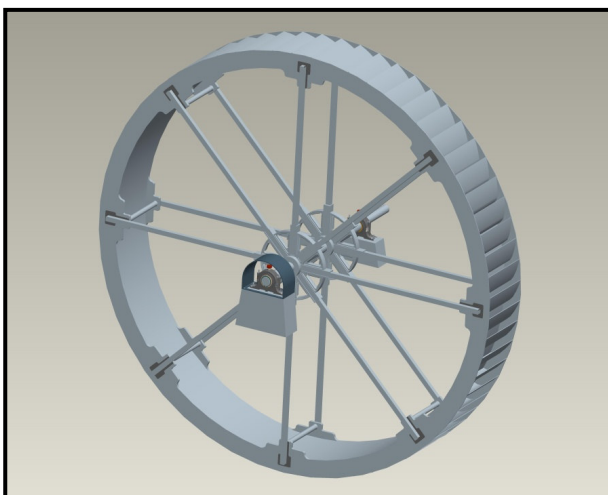
- + Výhody:**
 - Jednoduchá montáž a demontáž osmi pracovních částí kola do nosných prvků
 - Vysoká účinnost díky optimálnímu tvaru lopatek
 - Malá hmotnost vodního kola
 - Vysoká životnost vodního kola
- Nevýhody:**
 - Požadovaná vysoká přesnost výroby osmi pracovních částí kola a nosných prvků
 - Složitější a pracnější výroba hřídele

7.3.4.9 Varianta 9 – kovové vodní kolo s rozetami

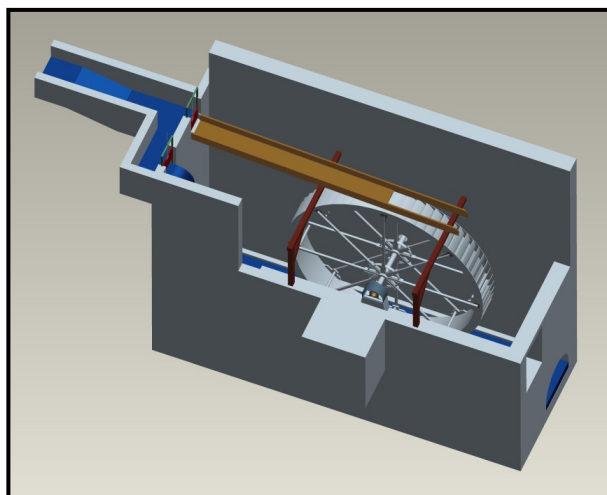
Tato varianta je celokovová. Vlastní hrubý návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.26 a usazení kola do lednice na obr. 7.27.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na hřídeli umístěny dvě lité kruhové rozety. Ty jsou proti pootočení na hřídeli zajištěny drážkovými klíny s nosy.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska (možno i valivá ložiska). Mazání zajišťují Staufferovy maznice.
- 3. Pánve:** Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Věnce svařeny z osmi částí na jeden kruh. Na věncích kola je navařeno plechové podbití a lopatky (zakřivené dle relativní dráhy vody).
- 5. Ramena:** Kovová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek rozet a jsou přitažena šrouby. K věnci jsou ramena taktéž přitažena šroubovým spojením. Pro větší stabilitu byly navrženy příčné výztuhy.



Obr. 7.26 Varianta 9 – návrh vodního kola



Obr. 7.27 Varianta 9 – lednice s kolem

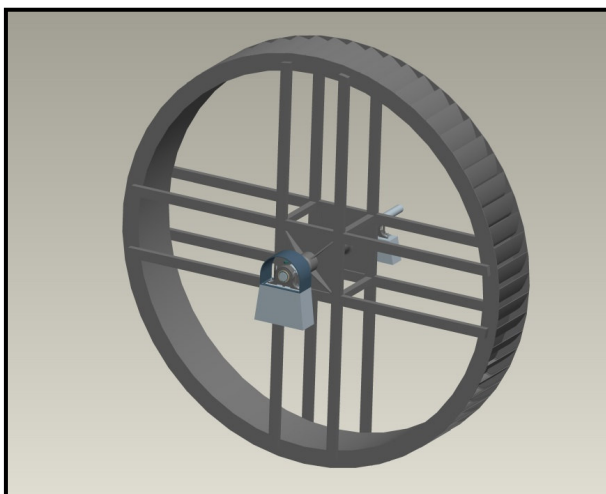
- + Výhody:**
 - Vysoká účinnost díky optimálnímu tvaru lopatek
 - Malá hmotnost vodního kola
 - Vysoká životnost vodního kola
- Nevýhody:**
 - Požadovaná vysoká přesnost výroby vodního kola
 - Náročná a drahá výroba kruhových rozet

6.3.4.9 Varianta 10 – Kovové svařované vodní kolo

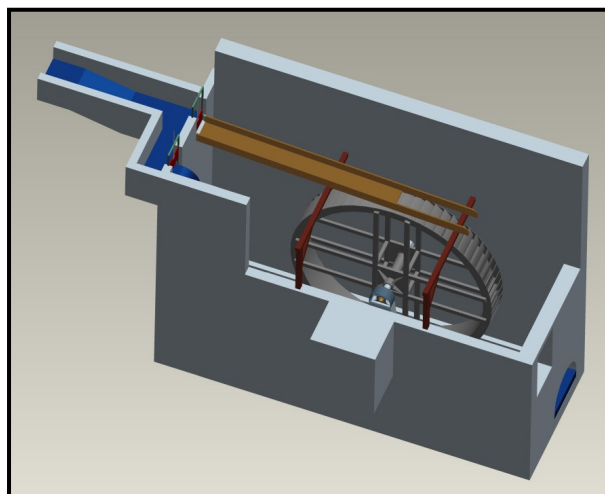
Tato varianta je celokovová. Vlastní hrubý návrh vodního kola je znázorněn na obr. 7.28 a usazení kola do lednice na obr. 7.29.

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

- 1. Hřídel:** Plná ocelová hřídel. Na ní je usazena trubka s navařenými čtvercovými plechy a výztuhami. Ta je proti pootočení na hřídeli a posuvu zajištěna šrouby.
- 2. Ložiska:** Dvě kluzná ložiska (možno i valivá ložiska). Mazání zajišťují Staufferovy maznice.
- 3. Pánve:** Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.
- 4. Věnce:** Věnce svařeny z osmi částí na jeden kruh. Na věncích kola je navařeno plechové podbytí a lopatky, které jsou zakřivené dle relativní dráhy vody.
- 5. Ramena:** Kovová ramena (profil U). Ramena svařena k čtvercovému plechu. Pro větší stabilitu byly navrženy příčné výztuhy. K věnci jsou ramena taktéž navařena.



Obr. 7.28 Varianta 10 – návrh vodního kola

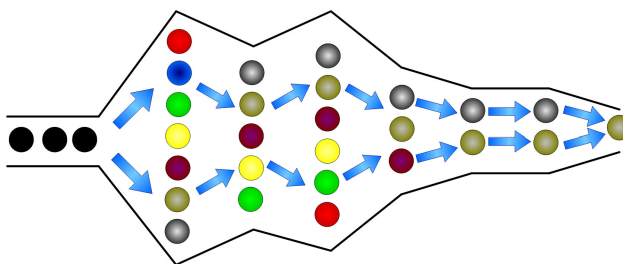


Obr. 7.29 Varianta 10 – lednice s kolem

- + Výhody:**
 - Levná výroba vodního kola
 - Vysoká účinnost vodního kola
 - Vysoká životnost vodního kola
- Nevýhody:**
 - Obtížná údržba (svařenec = nerozebíratelné spojení)
 - Problematická doprava a usazení kola
 - Varianta se neztotožňuje s mými designovými představami

7.4 Výběr optimální varianty vodního kola pro další vývoj a zlepšování

Výběr vhodné varianty mlýnského kola pro Jenišovský mlýn je iterativní proces (viz. obr. 7.30), při kterém je nutné zaobírat se zhodnocením vygenerovaných dílčích návrhů variant, porovnáním jednotlivých variant a výběrem jedné optimální varianty pro další vývoj a zlepšování.



Obr. 7.30 *Iterativní proces při výběru konceptu*

Ač se dá výběr konečného způsobu provádět celou řadou metod, já jsem zvolil výběr jedné optimální varianty na základě rozhodovací matice. Tato matice spočívá v ocenění každé varianty na základě předem stanovených kritérií, které mají různé váhy.

V první fázi výběru konečné varianty jsem vytvořil rozhodovací tabulku pro hrubé roztřídění variant (viz. tab. 7.1). Zde jsem všech deset variant podrobil dle stanovených kritérií přísným hodnocením (+ kladná vlastnost, 0 neutrální vlastnost, - záporná vlastnost). Po hodnocení jsem na základě výsledků stanovil tři varianty (7, 8, 9), které postupují do další fáze.

| KRITÉRIUM | VARIANTY | | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 |
| Cena | 0 | 0 | - | 0 | - | 0 | 0 | 0 | - | + |
| Designové zpracování | + | + | 0 | + | + | + | + | + | + | - |
| Výkonnost | - | - | - | - | 0 | + | + | + | + | + |
| Bezpečnost provozu | 0 | 0 | 0 | + | + | + | + | + | + | + |
| Montáž - demontáž | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 0 | - |
| Bezúdržbovost | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | + |
| Životnost | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | + | + | + | + |
| Součet (+) | 1 | 1 | 0 | 2 | 2 | 3 | 4 | 6 | 5 | 5 |
| Součet (0) | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| Součet (-) | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| Skóre | -2 | -1 | -2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 6 | 4 | 3 |
| Pořadí | 9-10 | 8 | 9-10 | 6-7 | 6-7 | 4-5 | 2-3 | 1 | 2-3 | 4-5 |
| Další postup | Ne | Ne | Ne | Ne | Ne | Ne | Ano | Ano | Ano | Ne |

Tab. 7.1 *Rozhodovací tabulka pro hrubé roztřídění variant vodního kola*

V druhé fázi výběru konečné varianty jsem vytvořil rozhodovací tabulku pro detailní vyhodnocení tří shora vybraných variant (viz. tab. 7.2). Zde jsem ke třem variantám stanovil různá kritéria s různou váhou. Po přiřazení hodnot (*min. 1 ÷ max. 5*) a vypočtení vážených hodnot jsem dospěl ke konečnému pořadí. Vítězem se stala varianta číslo **8**.

| KRITÉRIUM | VÁHA | VARIANTY | | | | | |
|----------------------|------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| | | 7 | | 8 | | 9 | |
| | | Hodnota | Vážená hodnota | Hodnota | Vážená hodnota | Hodnota | Vážená hodnota |
| Cena | 30% | 4 | 1,2 | 3 | 0,9 | 2 | 0,6 |
| Designové zpracování | 15% | 3 | 0,45 | 3 | 0,45 | 3 | 0,45 |
| Výkonnost | 15% | 2 | 0,3 | 4 | 0,6 | 4 | 0,6 |
| Bezpečnost provozu | 10% | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 |
| Montáž - demontáž | 10% | 2 | 0,2 | 4 | 0,4 | 3 | 0,3 |
| Bezúdržbovost | 5% | 3 | 0,15 | 4 | 0,2 | 4 | 0,2 |
| Životnost | 15% | 2 | 0,3 | 4 | 0,6 | 4 | 0,6 |
| Součet | | 3,00 | | 3,55 | | 3,15 | |
| Konečné pořadí | | 3. | | 1. | | 2. | |

Tab. 7.2 *Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení variant vodního kola*

7.5 Výpočet vítězné varianty vodního kola

7.5.1 Maximální výkon vodního kola

Dáno:

- $Q_{\tau_{MAX}}$ = Max. průtok vody v náhonu $Q_{\tau_{MAX}} = 100 [dm^3 / s]$
- $s_{pád}$ = Celkový spád $s_{pád} = 6,7 [m]$
- η_{vk} = koeficient účinnosti (60 – 80%) $\eta_{vk} = 0,75$

Převodní vztah: $1 [HP] = 735,49875 [W]$, Pozn.: HP = koňská síla

$$P = \frac{1000 \times Q_{\tau_{MAX}} \times s_{pád}}{75} \times \eta_{vk} = \frac{1000 \times 0,10 \times 6,7}{75} \times 0,75 = 6,7 [HP]$$

$$P = 6,7 [HP] \times 735,49875 = 4,928 [kW]$$

7.5.2 Výpočet kroutícího momentu

Dáno:

- u = Obvodová rychlost kola $u = 1,5 [m/s]$
- D = Průměr vodního kola $D = 2R = 6,2 [m]$

Počet otáček za minutu vodního kola:

$$u = \frac{s}{t} = \frac{R \times \varphi}{t} = R \times \omega = R \times 2 \times \pi \times n = \pi \times D \times n$$

$$\Rightarrow n = \frac{u}{\pi \times D} = \frac{1,5 \times 60}{\pi \times 6,2} = 4,62 [ot/min]$$

Kroutící moment:

$$M_k = \frac{P}{\omega} = \frac{P}{2 \times \pi \times n} = \frac{4928}{2 \times \pi \times \frac{4,62}{60}} = 10186 [Nm]$$

7.5.3 Stanovení průměru hřídele vodního kola

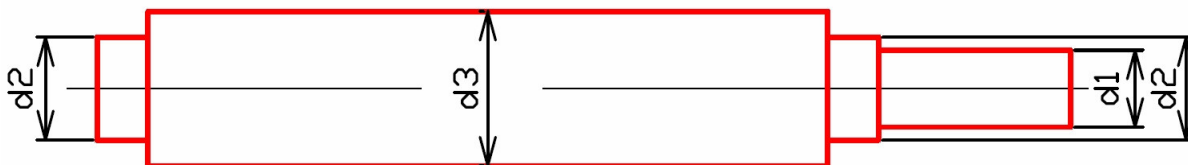
Dáno:

- Materiál hřídele 12 020
- $R_m (\sigma_{p_t})$ = Mez pevnosti v tahu $R_m = 800 [MPa]$
- $R_e (\sigma_{K_t})$ = Mez kluzu v tahu $R_e = 600 [MPa]$
- τ_{Dk} = Dovolené napětí v krutu $\tau_{Dk} = 20 [MPa]$

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk} \Rightarrow \frac{M_k}{0,2 \times d^3} = \tau_{Dk}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_k}{0,2 \times \tau_{Dk}}} = \sqrt[3]{\frac{10186000}{0,2 \times 20}} = 136,56 [mm] \Rightarrow \text{volím odstupňovaný hřídel s průměry:}$$

$$d_1 = 140 [mm], d_2 = 150 [mm], d_3 = 200 [mm]$$



Obr. 7.31 Hřídel vodního kola a jeho průměry

7.5.4 Výpočet ohybových sil hřídele vodního kola

Hřídel je ohýbán:

- Vlastní vahou
- Vahou vodního kola
- Vahou vody v kole

7.5.4.1 Vypočet tíhové síly hřídele

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - Materiál hřídele | 12 020 |
| | - ρ_1 = Hustota (ocel) | $\rho_1 = 7850 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_1 = Objem hřídele | $V_1 = 0,09 [m^3]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost hřídele: $m_1 = \rho_1 \times V_1 = 7850 \times 0,09 \cong 700 [kg]$

Tíhová síla hřídele: $F_{G_H} = m_1 \times g = 700 \times 9,81 = 6867 [N]$

Tíhová síla F_{G_H} působí spojitým zatížením na celý hřídel.

7.5.4.2 Vypočet tíhové síly vodního kola

Součást: RAMENA

| | | |
|--------------|----------------------------|-----------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - ρ_2 = Hustota (dub) | $\rho_2 = 700 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_2 = Objem ramena | $V_2 = 0,021 [m^3]$ |
| | - n_2 = Počet ramen | $n_2 = 16 [ks]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost ramen: $m_2 = \rho_2 \times V_2 \times n_2 = 700 \times 0,021 \times 16 \cong 240 [kg]$

Součást: PŘESLICE

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - ρ_3 = Hustota (ocel) | $\rho_3 = 7850 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_3 = Objem přeslice | $V_3 = 4,46 \times 10^{-3} [m^3]$ |
| | - n_3 = Počet přeslic | $n_3 = 8 [ks]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost přeslic: $m_3 = \rho_3 \times V_3 \times n_3 = 7850 \times 4,46 \times 10^{-3} \times 8 \cong 280 [kg]$

Součást: SEGMENTY

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - ρ_4 = Hustota (ocel) | $\rho_4 = 7850 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_4 = Objem segmentu | $V_4 = 0,023 [m^3]$ |
| | - n_4 = Počet segmentů | $n_4 = 8 [ks]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost segmentů: $m_4 = \rho_4 \times V_4 \times n_4 = 7850 \times 0,023 \times 8 \cong 1440 [kg]$

Součást: NOSIČE SEGMENTŮ

| | | |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - ρ_5 = Hustota (ocel) | $\rho_5 = 7850 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_5 = Objem nosiče segmentu | $V_5 = 5,73 \times 10^{-3} [m^3]$ |
| | - n_5 = Počet nosičů segmentů | $n_5 = 8 [ks]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost segmentů: $m_5 = \rho_5 \times V_5 \times n_5 = 7850 \times 0,023 \times 8 \cong 360 [kg]$

Součást: Rozeta

| | | |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - ρ_6 = Hustota (ocel) | $\rho_6 = 7850 [kg \times m^{-3}]$ |
| | - V_6 = Objem rozety | $V_6 = 0,038 [m^3]$ |
| | - n_6 = Počet rozet | $n_6 = 1 [ks]$ |
| | - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

Hmotnost segmentů: $m_6 = \rho_6 \times V_6 \times n_6 = 7850 \times 0,038 \times 1 \cong 300 [kg]$

Celková hmotnost vodního kola: $m_{celk.} = m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6$

$$m_{celk.} = 240 + 280 + 1440 + 360 + 300 = 2620 [kg]$$

Tíhová síla vodního kola: $F_{G_{VK}} = m_{celk.} \times g = 2620 \times 9,81 = 25702 [N]$

7.5.4.3 Vypočet váhy vody v kole

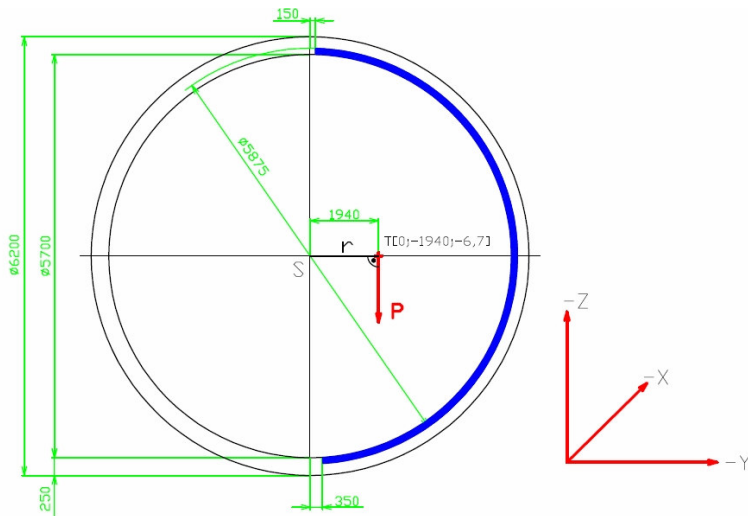
Plnění korečků kola se volívá $e = \frac{1}{5}$ až $\frac{1}{2} [m/s]$

| | | |
|--------------|--|-----------------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - $Q_{\tau_{MAX}}$ = Max. průtok vody v náhonu | $Q_{\tau_{MAX}} = 100 [dm^3 / s]$ |
| | - u = Obvodová rychlost kola | $u = 1,5 [m/s]$ |
| | - b_v = Šířka věnců | $b_v = 0,25 [m]$ |
| | - B = Šířka kola mezi kruhy | $B = 0,75 [m]$ |
| | - D = Průměr vodního kola | $D = 6,2 [m]$ |
| | - D_1 = Průměr dna vodního kola | $D_1 = 5,7 [m]$ |
| | - M_k = Krouticí moment | $M_k = 10186 [Nm]$ |

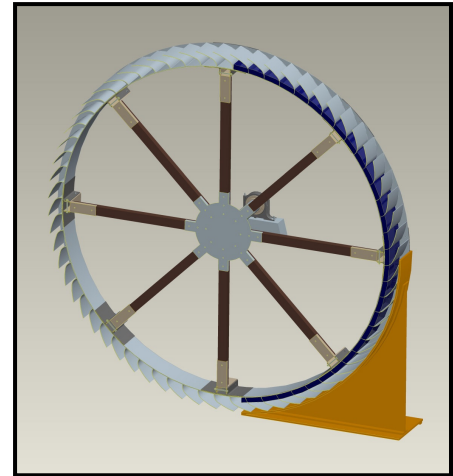
Plnění korečků vodního kola: $e = \frac{Q_{\tau_{MAX}}}{b_v \times B \times u} = \frac{0,10}{0,25 \times 0,75 \times 1,5} \cong 0,35 [m/s]$

Průměr vody v kole:

$$D_V = (2 \times b_V \times e) + D_1 = (2 \times 0,250 \times 0,35) + 5,700 = 5,875 [m]$$



Obr. 7.32 Schéma vody v korečkách kola



Obr. 7.33 3D kolo s vodou v korečkách

Těžiště objemu vody v kole:

$$T [0; -1940; -6,7] \Rightarrow \text{zjištěno z 3D CADU - Pro/E}$$

Váhu vody v kole lze nahradit přibližnou silou P , působící tangenciálně v těžišti objemu vody na poloměru r . Jelikož složka Z je příliš malá, zanedbávám ji.

Výpočet síly P :

$$P = \frac{M_k}{r} = \frac{10186}{1,940} = 5250 [N]$$

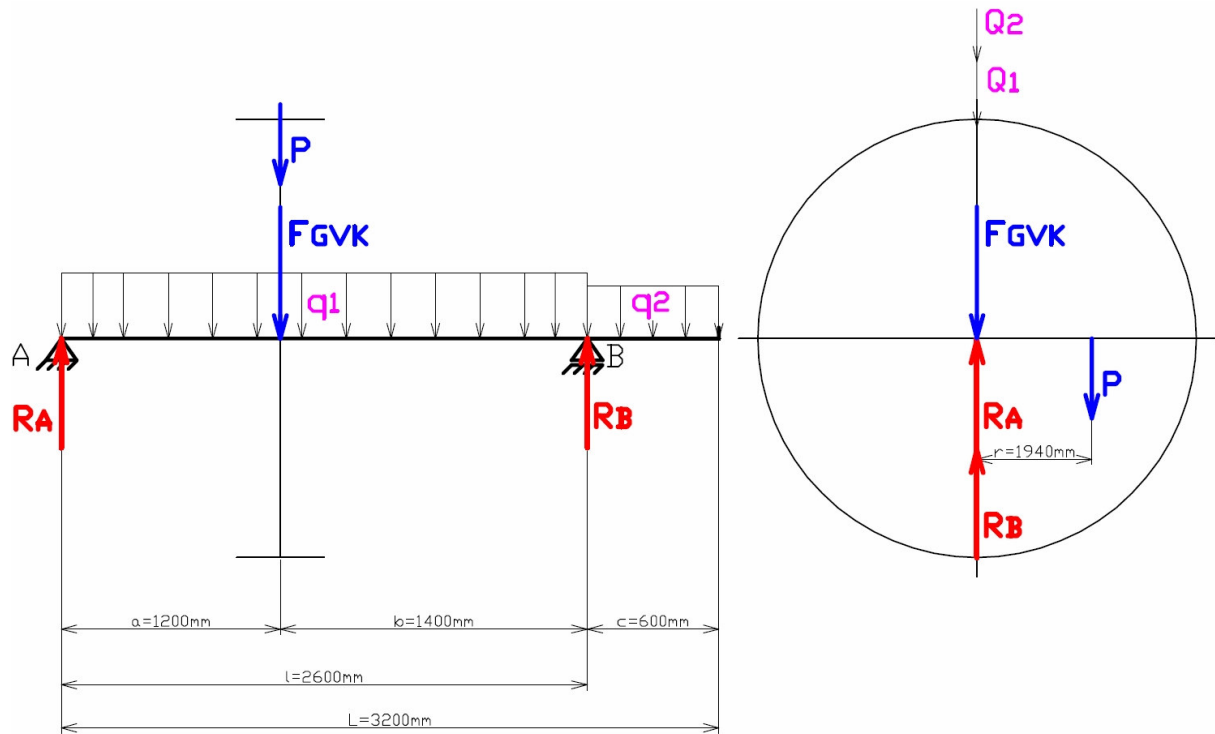
7.5.5 Ruční výpočet reakcí R_A , R_B vodního kola

Dáno:

| | |
|--|------------------------------|
| - $F_{G_H} = Q$ = Tíhová síla hřídele | $F_{G_H} = Q = 6867 [N]$ |
| - $F_{G_{VK}}$ = Tíhová síla vodního kola | $F_{G_{VK}} = 25702 [N]$ |
| - P = Síla od váhy kola | $P = 5250 [N]$ |
| - m_{h1} = Hmotnost hřídele mezi R_A a R_B | $m_{h1} = 625 [kg]$ |
| - m_{h2} = Hmotnost konce hřídele | $m_{h2} = 75 [kg]$ |
| - g = Tíhové zrychlení | $g = 9,81 [m \times s^{-2}]$ |

$$\text{Jednotkové spojitě zatížení } q_1: \quad q_1 = \frac{Q_1}{l} = \frac{m_{h1} \times g}{l} = \frac{625 \times 9,81}{2600} = 2,36 [N \times mm^{-1}]$$

$$\text{Jednotkové spojitě zatížení } q_2: \quad q_2 = \frac{Q_2}{c} = \frac{m_{h2} \times g}{c} = \frac{75 \times 9,81}{600} = 1,23 [N \times mm^{-1}]$$



Obr. 7.34 Síly na hřídeli vodního kola

Rovnice rovnováhy mají tvar:

$$\begin{aligned}
 +\uparrow: \quad R_A + R_B - q_1 \times l - q_2 \times c - P - F_{GVK} &= 0 \\
 +B\perp: \quad R_A \times l - q_1 \times \frac{l^2}{2} + q_2 \times \frac{c^2}{2} - P \times b - F_{GVK} \times b &= 0
 \end{aligned}$$

Výpočet reakcí R_A a R_B :

$$R_A = \frac{q_1 \times \frac{l^2}{2} - q_2 \times \frac{c^2}{2} + P \times b + F_{GVK} \times b}{l}$$

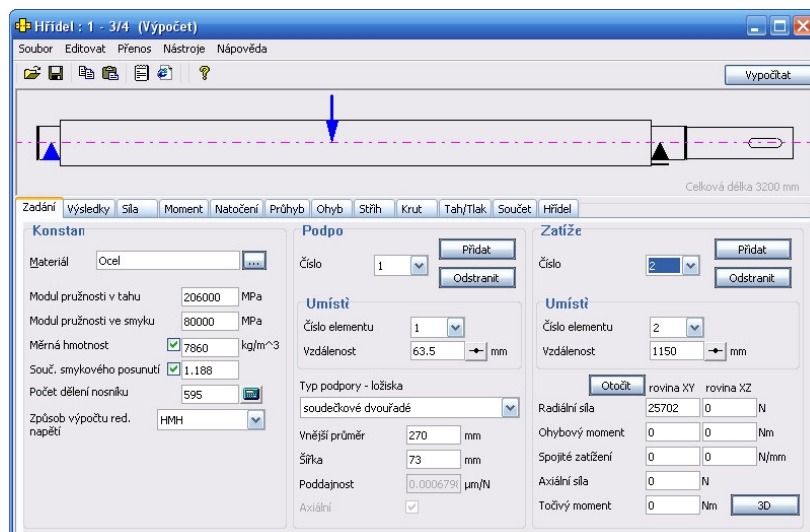
$$R_A = \frac{2,36 \times \frac{2600^2}{2} - 1,23 \times \frac{600^2}{2} + 5250 \times 1400 + 25702 \times 1400}{2600} = 19650 [N]$$

$$\begin{aligned}
 R_B &= -R_A + q_1 \times l + q_2 \times c + P + F_{GVK} \\
 R_B &= -19650 + (2,36 \times 2600) + (1,23 \times 600) + 5250 + 25702 = 18176 [N]
 \end{aligned}$$

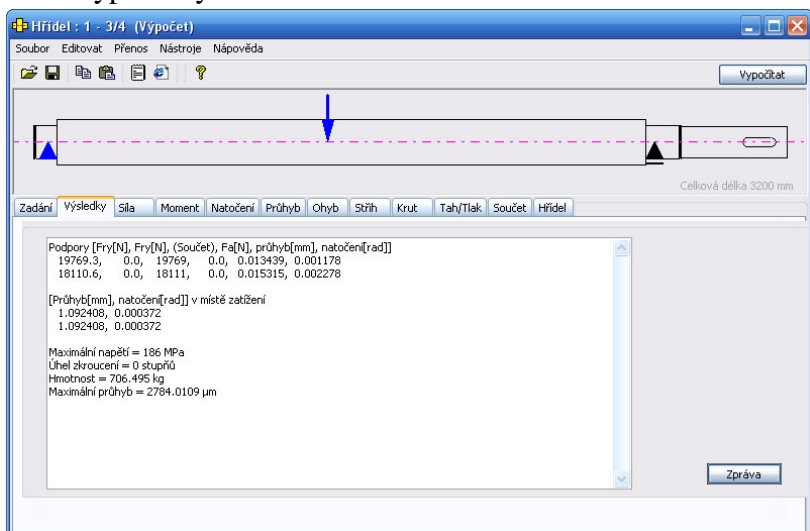
7.5.6 Výpočet hřídele vodního kola za pomoci softwaru Mechsoft

Přesný výpočet reakcí ložisek A,B, ohybový moment, úhel natočení, průhyb a napětí od ohybového momentu jsem provedl za pomoci programu MechSoft for ProENGINEER V4.

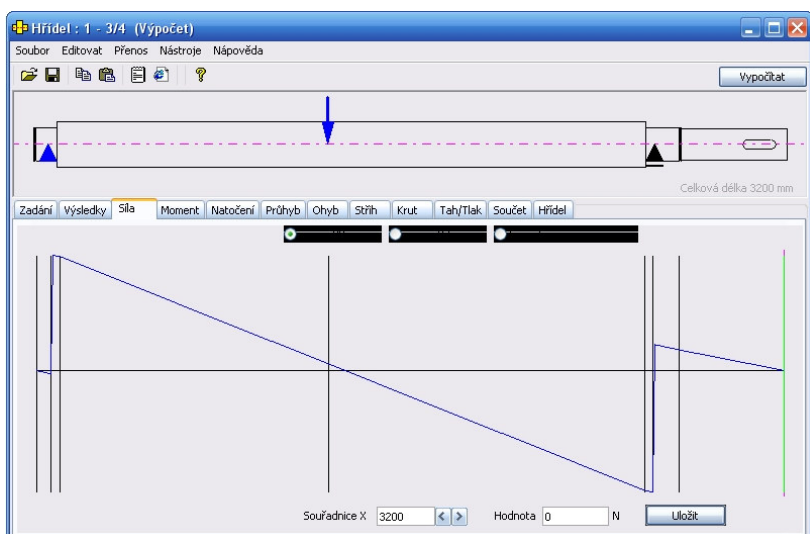
a) Nadefinování parametrů hřídele: konstanty, podpory, zatížení



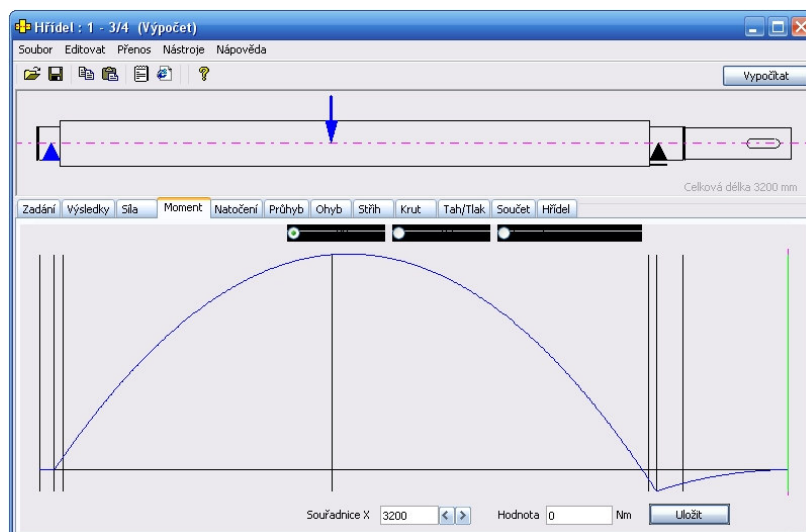
b) Vygenerování vypočtených hodnot



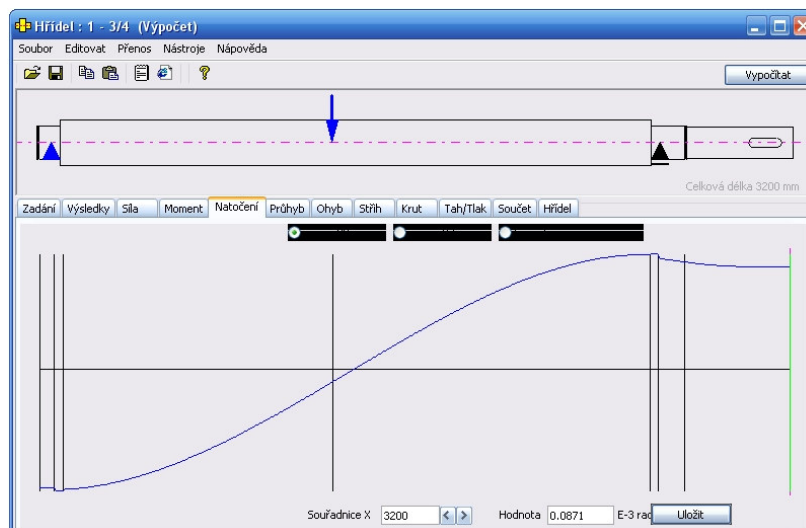
c) Průběh posouvající síly



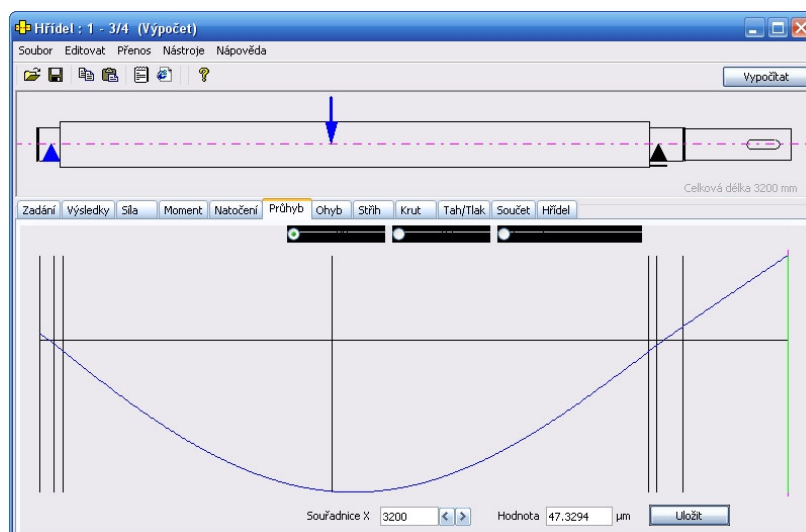
d) Průběh ohybového momentu



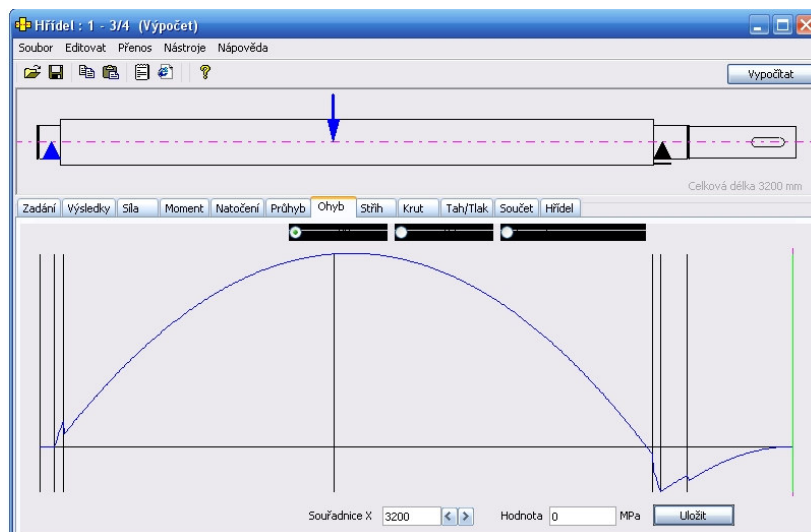
e) Úhel natočení hřídele



f) Průhyb hřídele



h) Průběh napětí od ohybového momentu



7.5.7 Určení ložisek hřídele vodního kola

Jsou navrženy *dvouřadá soudečková ložiska naklápěcí* s válcovou dírou, které mají velkou únosnost, umožňují naklápění při průhybu hřídele a jsou vhodná pro malé otáčky (vodní kolo). Jelikož jsou ložiska namáhána staticky (radiálně), provedu kontrolu statické bezpečnosti.

Navržený typ ložiska:

LOŽISKO 22230 ČSN 02 4705 (Ø150/270x73) - dvouřadá soudečkové ložisko naklápěcí

- C_0 = Základní statická únosnost $C_0 = 1080 [kN] \Rightarrow$ dle ST

- C = Základní dynamická únosnost $C = 850 [kN] \Rightarrow$ dle ST

Dáno: - $R_A(F_{r_A})$ = Reakce A (dle Mechsoftu) $R_A(F_{r_A}) = 19769,3 [N]$

- $R_B(F_{r_B})$ = Reakce B (dle Mechsoftu) $R_B(F_{r_B}) = 18110,6 [N]$

- X_0 = Součinitel statického radiálního zatížení $X_0 = 1 \Rightarrow$ dle ST

- Y_0 = Součinitel statického axiálního zatížení $Y_0 = 0,98 \Rightarrow$ dle ST

- $k_0(s_0)$ = Součinitel bezpečnosti při radiálním zatížení $k_0(s_0) = 3 \Rightarrow$ dle ST

Největší sílu představuje radiální zatížení $F_{r_A} = 19769,3 [N]$ ložiska A – proto s touto silou budu počítat při kontrole statické bezpečnosti.

Statické ekvivalentní zatížení: $F_{e0} = X_0 \times F_{r_A} + Y_0 \times F_{a_A} = 1 \times 19769,3 = 19769,3 [N]$

Výpočet statické bezpečnosti: $k_0 = \frac{C_0}{F_{e0}}$

Minimální požadovaná základní statická únosnost:

$$C_{0_{\min}} = k_0 \times F_{e0} = 3 \times 19769,3 = 59308 [N]$$

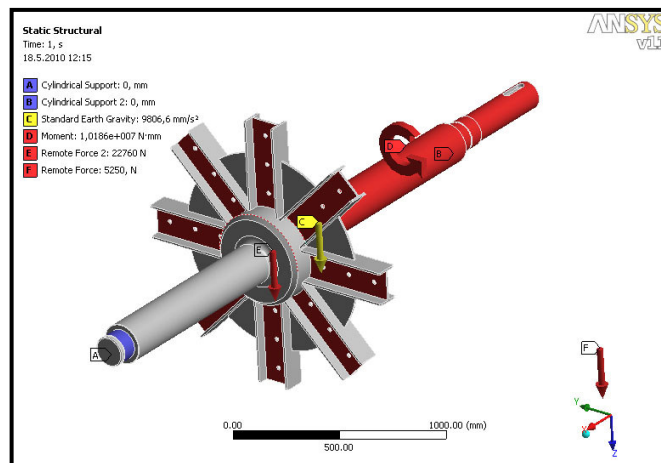
$$C_0 \geq C_{0_{\min}} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Z důvodů technologičnosti volím obě ložiska stejná dvouřadá soudečková ložiska naklápěcí s válcovou dírou 22230 ČSN 02 4705 (Ø150/270x73).

7.5.8 Analýza hřídele vodního kola metodou konečných prvků

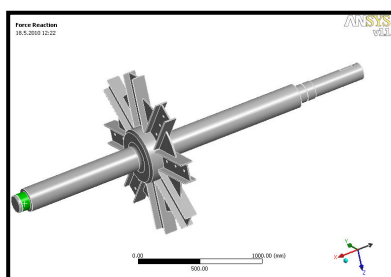
Výpočet reakcí ložisek A,B a deformační a napěťová kontrola hřídele vodního kola byla provedena pomocí metody konečných prvků v programu Ansys 11.0 WorkBench.

a) Nadefinování sil působících na hřídel



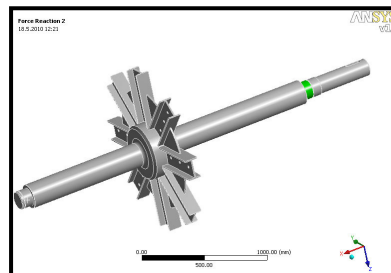
b) Vygenerování reakčních sil ložiska A a B

Ložisko A



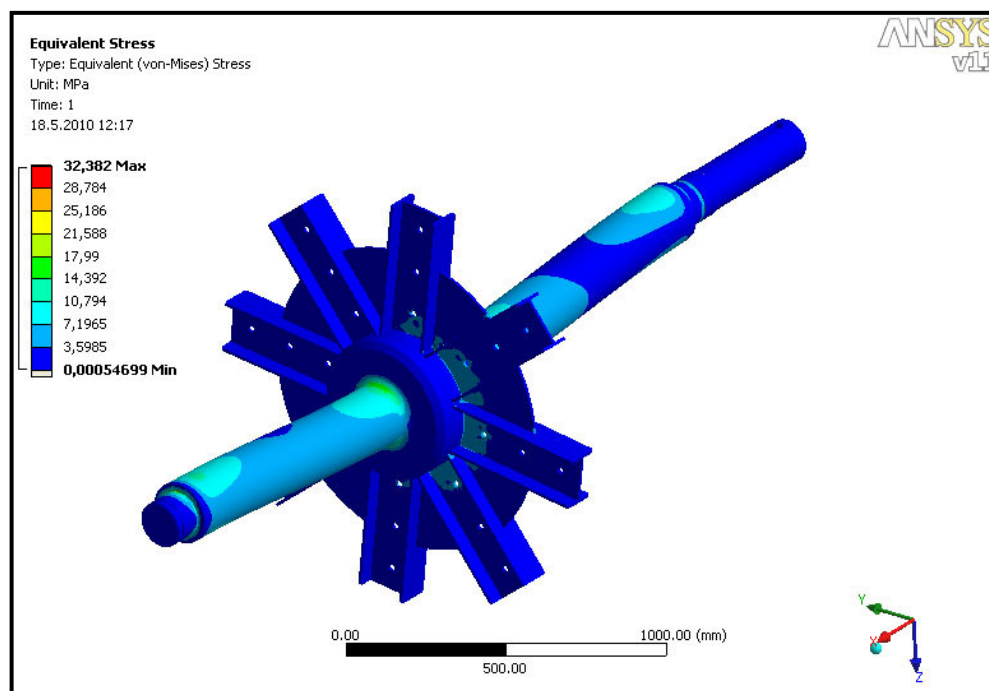
| Details of "Force Reaction" | |
|--------------------------------|---------------------|
| Definition | |
| Type | Force Reaction |
| Location Method | Boundary Condition |
| Boundary Condition | Cylindrical Support |
| Options | |
| Result Selection | All |
| Display | All Time Points |
| Maximum Value Over Time | |
| X Axis | -43,265 N |
| Y Axis | 31,471 N |
| Z Axis | -20734 N |
| Total | 20734 N |
| Minimum Value Over Time | |
| X Axis | -43,265 N |
| Y Axis | 31,471 N |
| Z Axis | -20734 N |
| Total | 20734 N |

Ložisko B

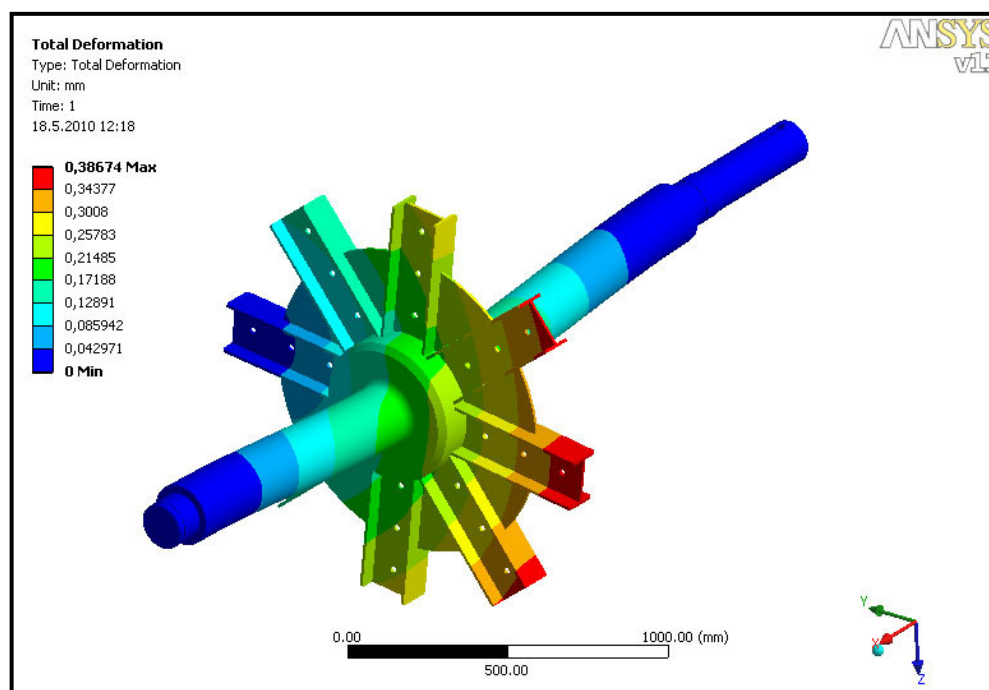


| Details of "Force Reaction 2" | |
|--------------------------------|-----------------------|
| Definition | |
| Type | Force Reaction |
| Location Method | Boundary Condition |
| Boundary Condition | Cylindrical Support 2 |
| Options | |
| Result Selection | All |
| Display | All Time Points |
| Maximum Value Over Time | |
| X Axis | 43,265 N |
| Y Axis | -29,512 N |
| Z Axis | -17993 N |
| Total | 17993 N |
| Minimum Value Over Time | |
| X Axis | 43,265 N |
| Y Axis | -29,512 N |
| Z Axis | -17993 N |
| Total | 17993 N |

c) Napětí na hřídeli vodního kola

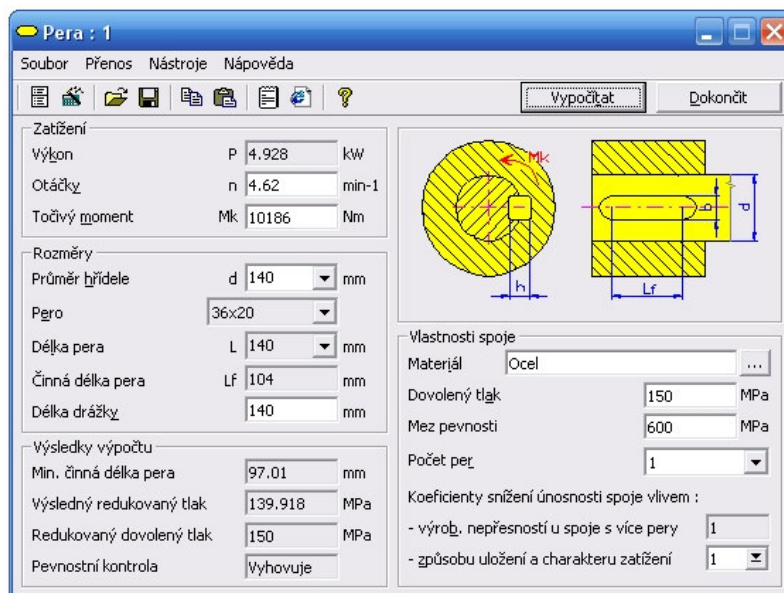


c) Deformace na hřídeli vodního kola



7.5.9 Kontrola pera hřídele vodního kola

Kontrolu pera na konci hřídele vodního kola jsem provedl v programu MechSoft for ProENGINEER V4. Navrhované pero 36e7x20x140 ČSN 02 2562 vyhovuje.



7.5.10 Kontrola namáhání hřídele vodního kola

Hřídel vodního kola je vypočtena dle klasické pevnostní hodnoty

7.5.10.1 Namáhání konce hřídele s drážkou pro pero

| | | |
|--------------|--|--------------------|
| <i>Dáno:</i> | - Materiál hřídele | 12 020 |
| | - $R_m (\sigma_{pt}) = \text{Mez pevnosti v tahu}$ | $R_m = 800 [MPa]$ |
| | - $k = \text{Bezpečnost}$ | $k = 2,4$ |
| | - $M_k = \text{Krouťící moment}$ | $M_k = 10186 [Nm]$ |
| | - $d_1 = \text{Průměr konce hřídele}$ | $d_1 = 140 [mm]$ |
| | - $h_1 = \text{Hloubka drážky v hřídeli pro pero}$ | $h_1 = 20 [MPa]$ |

Namáhání krutem:

$$\tau_k = \frac{M_k}{W_k} \leq \tau_{Dk}$$

Dovolené napětí v ohybu:

$$\sigma_{D_{to}} = \frac{0,6 \times \sigma_{pt}}{k} = \frac{0,6 \times 800}{2,4} = 200 [MPa]$$

Dovolené napětí v krutu:

$$\tau_{D_k} = 0,6 \times \sigma_{D_{to}} = 0,6 \times 200 = 120 [MPa]$$

Modul průřezu v krutu:

$$W_k = \frac{\pi \times (d_1 - h_1)^3}{16} = \frac{\pi \times (140 - 20)^3}{16} = 339292 [mm^3]$$

Napětí v krutu:

$$\tau_k = \frac{Mk}{W_k} = \frac{10186000}{339292} = 30 [MPa]$$

$$\tau_k = 30 [MPa] \leq \tau_{Dk} = 120 [MPa] \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

7.5.10.2 Pevnostní kontrola hřídele pod vodním kolem

Pevnostní kontrolu hřídele v nebezpečném průřezu jsem provedl pod vodním kolem. V tomto průřezu je složení namáhání na ohyb a krut.

| | | |
|--------------|---|----------------------------|
| <i>Dáno:</i> | - Materiál hřídele | 12 020 |
| | - $R_m (\sigma_{Pt})$ = Mez pevnosti v tahu | $R_m = 800 [MPa]$ |
| | - $R_e (\sigma_{Kt})$ = Mez kluzu v tahu | $R_e = 600 [MPa]$ |
| | - M_k = Kroutící moment | $M_k = 10186 [Nm]$ |
| | - d_3 = Průměr hřídele | $d_3 = 200 [mm]$ |
| | - $\sigma_{D,o}$ = Dovolené napětí v ohybu | $\sigma_{D,o} = 200 [MPa]$ |

Namáhání krutem:

$$\tau_k = \frac{Mk}{W_k} \leq \tau_{Dk}$$

Modul průřezu v krutu:

$$W_k = \frac{\pi \times (d_3)^3}{16} = \frac{\pi \times (200)^3}{16} = 1570796 [mm^3]$$

Napětí v krutu:

$$\tau_k = \frac{Mk}{W_k} = \frac{10186000}{1570796} = 6,48 [MPa]$$

Namáhání ohybem:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{D,o}$$

$$\sigma_o = 186 [MPa] \Rightarrow \text{dle programu Mechsoft}$$

Výsledné redukované napětí (teorie HMM):

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_o^2 + 3 \times \tau_k^2} = \sqrt{186^2 + 3 \times 6,48^2} = 186 [MPa]$$

$$\sigma_{red} = 186 [MPa] \leq \sigma_D = 200 [MPa] \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

7.5.11 Výpočet profilu ramena

| | | |
|--------------|-------------------------------------|--------------------|
| <i>Dáno:</i> | - n_{rs} = Počet ramených soustav | $n_{rs} = 8$ |
| | - z_{rs} = Počet ramen soustavy | $z_{rs} = 2$ |
| | - M_k = Kroutící moment | $M_k = 10186 [Nm]$ |

$$\begin{aligned}
 - k_o(\sigma_{Do}) &= \text{dov. namáhání ohybem – dub} & k_o &\cong 30 \left[\text{kg} \times \text{cm}^{-2} \right] \\
 - b_p &= \text{zvolená šířka profilu ramena} & b_p &= 100 \left[\text{mm} \right]
 \end{aligned}$$

$$\text{Jedno rameno je ohýbáno momentem:} \quad m = \frac{M_k}{n_{rs} \times z_{rs}} = \frac{10186}{8 \times 2} = 636,625 \left[\text{Nm} \right]$$

$$\text{Pevnostní rovnice v ohybu:} \quad \sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do}$$

$$\text{Výpočet modelu průřezu v ohybu:} \quad W_o = \frac{m}{k_o} = \frac{636,625}{0,0030} = 212208 \left[\text{m}^3 \right]$$

$$\text{Model obdélníkového průřezu v ohybu:} \quad W_o = \frac{b_p \times h_p^2}{6} \left[\text{m}^3 \right]$$

$$\text{Výpočet výšky profilu ramena:} \quad h_p = \sqrt{\frac{6 \times W_o}{b_p}} = \sqrt{\frac{6 \times 212208}{100}} = 113 \left[\text{mm} \right]$$

$$h_p = 113 \left[\text{mm} \right] \Rightarrow \text{volím } 150 \left[\text{mm} \right]$$

7.6 Stanovení finální specifikace vybraného vodního kola

Specifikace dekompozičních parametrů vodního kola:

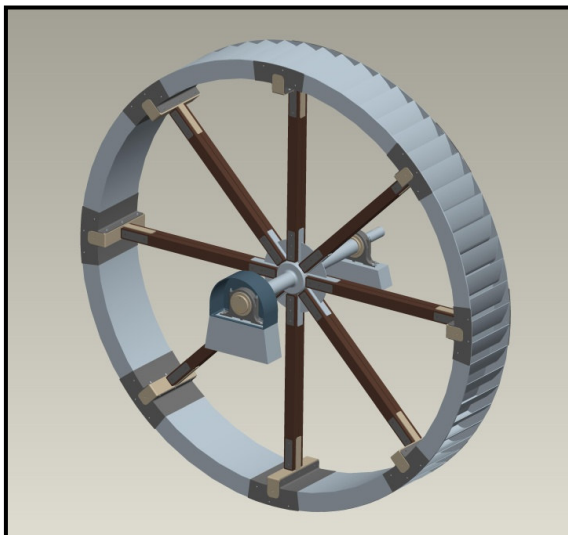
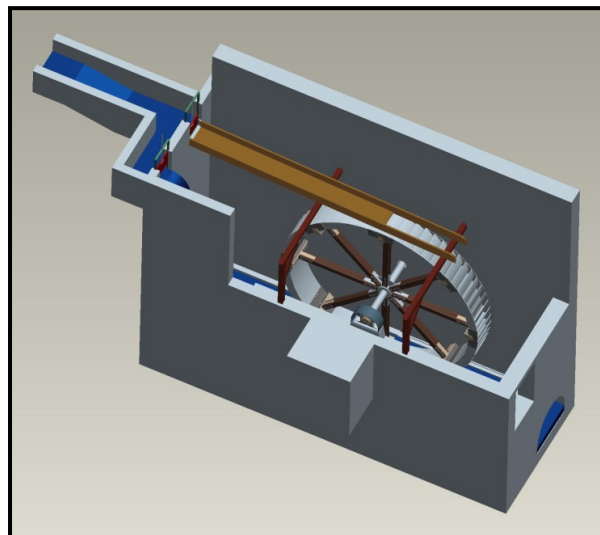
1. Hřídel: Odstupňovaná ocelová hřídel z materiálu 12 020. Na hřídeli ($\varnothing 200$ mm) navařen 8x I profil + zpevnění. Hřídel je odstupňován na obou stranách pro dvě ložiska ($\varnothing 150$ mm) – ta jsou zajištěna pojistnými kroužky. Dále je hřídel odstupňován pro spojení s dalším mechanismem ($\varnothing 140$ mm).

2. Ložiska: Dvě valivá ložiska - dvouřadá soudečková ložiska naklápěcí s válcovou dírou typu 22230 ČSN 02 4705 ($\varnothing 150/270 \times 73$). Mazání je zajištěno olejem přes napouštěcí šroub. Úniku oleje z prostoru zabraňují boční víka s gufery. Kontrolu oleje zajišťují olejoznaky. Proti vodě a vlhkosti je venkovní ložisko chráněno plechovou stříškou.

3. Pánve: Obě ložiska uložena v tělesech, rozdělených do dvou rozebíratelných částí: vík a spodků ložiska. Spodky ložiska leží a jsou upevněny šrouby v lednici na betonových podstavcích.

4. Věnce: 8x svařované nerezové části věnců s dnem a šikmými lopatkami (zakřivené dle relativní dráhy vody – viz. výkres paraboly FS-INI-06). Osm pracovních prvků kola je usazeno do osmi nosných prvků.

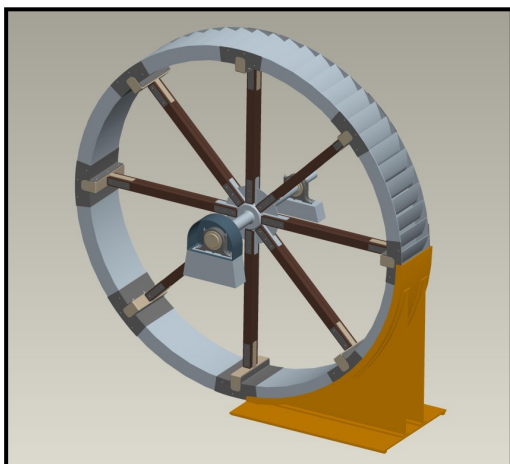
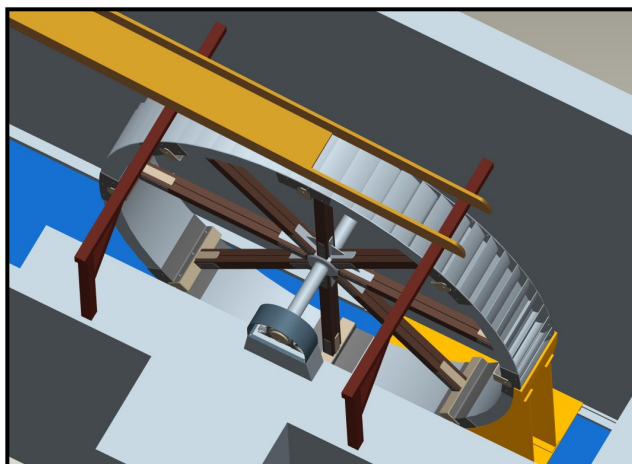
5. Ramena: Dubová ramena (2x8 kusů). Ramena jsou zasazena z obou stran do jednotlivých komůrek svařovaných I profilů a jsou přitažena šrouby. K jednotlivým částem věnců jsou ramena připevněna za pomoci příčných svařovaných přeslic a nosných prvků taktéž šroubovým spojením.

**Obr. 7.35** Vybrané vodní kolo**Obr. 7.36** Vodní kolo v lednici

7.7 Inovační prvky k zajištění co nejvyšší účinnosti vodního kola

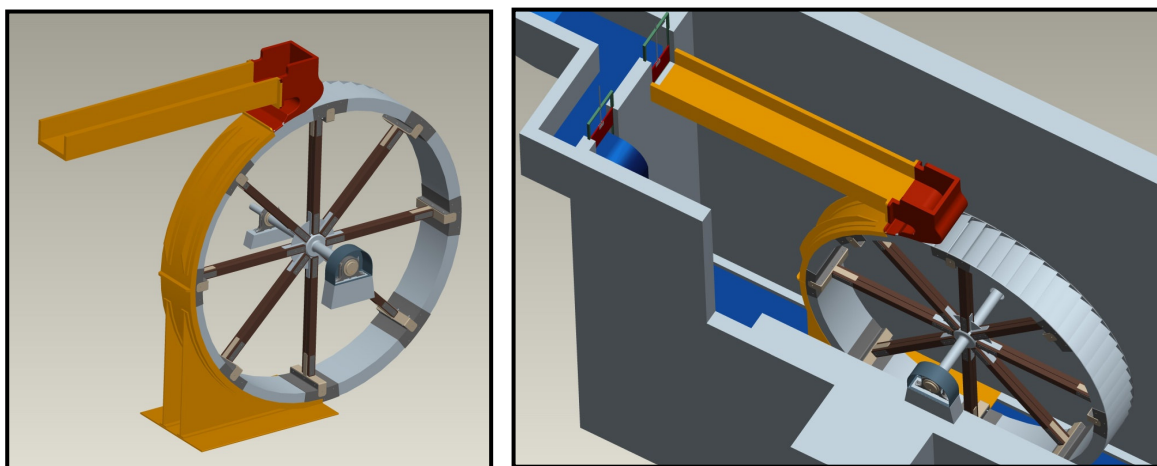
7.7.1 Vodní kolo se zadržovačem vody

Jednou z možných variant zvýšení výkonu je zabránění předčasného vylévání vody z korečků protikusem (zadržovačem) vodního kola (viz. obr. 7.37 a obr. 7.38). Ten je řešen tak, že kopíruje obvod od polohy čtvrt do polohy půl dráhy hodinových ručiček a zajišťuje tak zadržení vody v korečkách do nejnižšího pracovního bodu. Jelikož zabraňuje předčasnému vylévání vody, musí být konstruován co nejpřesněji s optimální vůlí. Zároveň je konstruován tak, že není stabilně připevněn, nýbrž lze s ním posouvat na ližinách, například za pomoci pohybového šroubu. Tuto variantu bych navrhol zakomponovat k vodnímu kolu.

**Obr. 7.37** Kolo se zadržovačem vody**Obr. 7.38** Kolo se zadržovačem vody v lednici

7.7.2 Kolo s obráceným chodem, zadržovačem vody a upraveným vantrokem

Další možnou variantou zvýšení výkonu je použití zadržovače vody s úpravou vantroku a s obráceným chodem vodního kola (viz. obr. 7.39 a obr. 7.40). Voda je vedena nad kolo do korečků uzavřeným prostorem. V korečcích pak zadržení vody zajišťuje zadržovač až do nejnižšího pracovního bodu. Zde z korečků vytéká pracovní kapalina ve směru proudu dolní vody. Tím se sníží ztráty výkonu kola a zajistí se tak bezproblémový odtok. Uvedené technické řešení by zajišťovalo dle mého názoru neoptimálnější výkon navrhovaného vodního motoru.



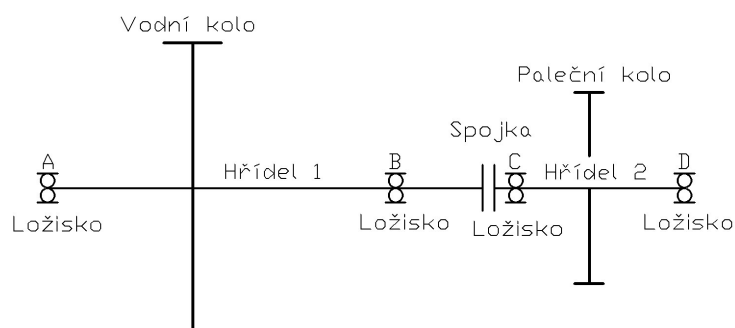
Obr. 7.39 a obr. 7.40 Kolo s obráceným chodem, zadržovačem vody a upraveným vantrokem

7.8 Možné varianty využití vodní energie

7.8.1 Varianta 1

Varianta 1 bude použita v případě opětovného navrácení mlýna do provozu. Tuto možnost nabízí možnosti dotací v rámci obnovy starých řemesel v oblasti cestovního ruchu.

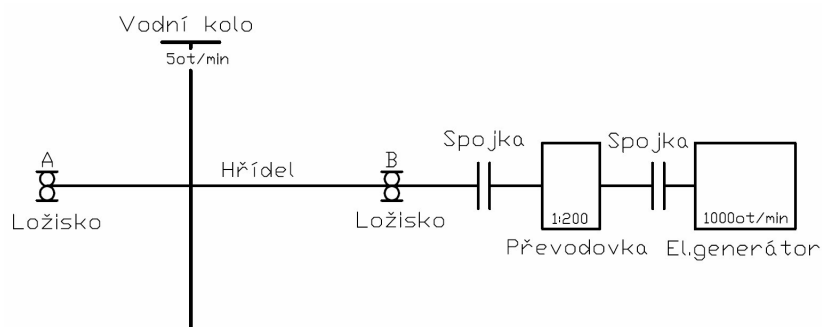
Obr. 7.41 Schéma varianty 1



7.8.2 Varianta 2

Uvedené řešení bude použito v případě využívání vodní energie na energii elektrickou pomocí generátoru, která by mohla být využita na napájení veřejného osvětlení či k prodeji do veřejné sítě.

Obr. 7.42 Schéma varianty 2



7.8.2.1 Varianta2: Výpočet hrubého zisku za rok

Dáno:

- P_{\varnothing} = Průměrný výkon $P_{\varnothing} = 2,957 [kW]$
- $Q_{r\varnothing}$ = Průměrný průtok vody v náhonu $Q_{r\varnothing} = 60 [dm^3 / s]$

Doba provozu v hodinách za rok = $45 \text{ týdnů} \times 7 \text{ dnů} \times 12 \text{ hodin} = 3780 [h]$

Počet vyrobených kWh za rok = $P_{\varnothing} \times 3780 = 2957 \times 3780 = 11177,5 [kWh / rok]$

ČEZ: výkupní ceny pro rok 2010 pro malé vodní elektrárny = $2,34 [Kč / kWh]$

Hrubý zisk za rok = počet vyrobených kWh/rok \times výkupní cena = $11177,5 \times 2,34 = 26155 [Kč / rok]$

8. PŘÍVOD VODY NA VODNÍ KOLO

Mlýnský náhon u historického mlýna většinou ukončoval práh, ve kterém byla zasazena stavidla. Tato pouštěla a regulovala vodu do dřevěného vantrokového žlabu a do žlabu jalového, položeného co nejdále od návodní zdi a odvádějícího přebytečnou vodu mimo kolo přímo do odpadního kanálu (strouhy).

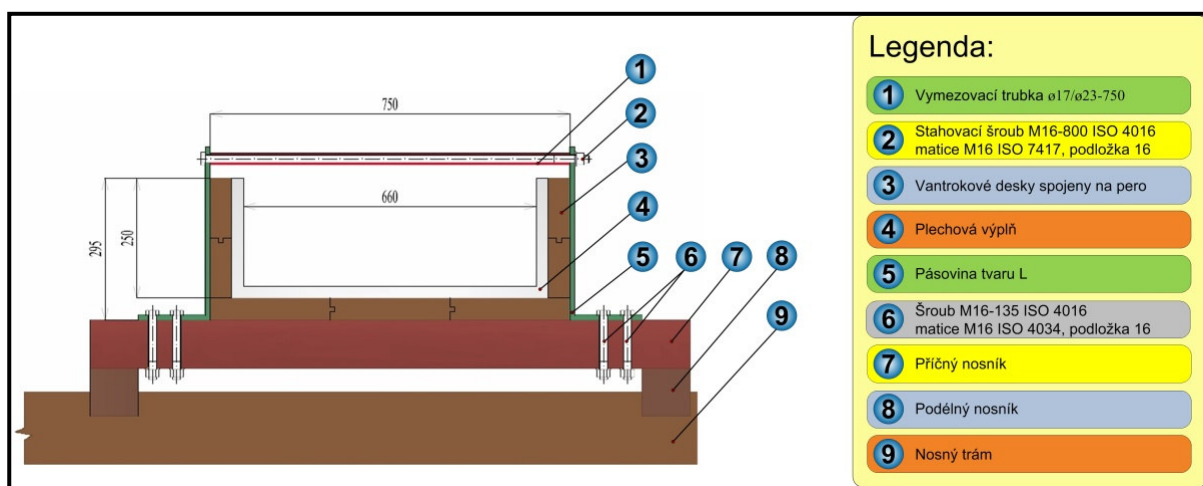
Vantrokový žlab neboli zkráceně vantrok je historické označení pro žlab z dřevěných desek, dlabaného kmene, plechu, kamenných dílů nebo betonu, navazující na koryto náhonu a sloužící k přívodu vody na mlýnské kolo.

Jalový žlab je žlab, který slouží k odvádění vody nevyužité k pohonu vodního kola.

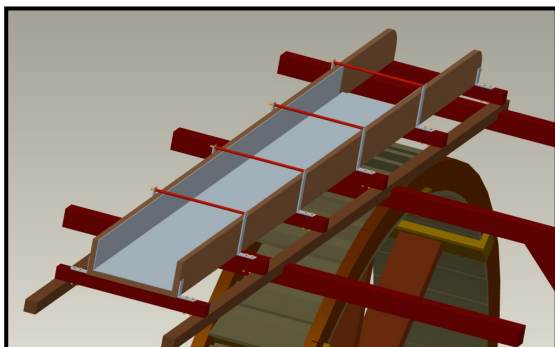
8.1 Návrh vantrokového žlabu Jenišovského mlýna čp. 25

Konstrukce vantrokových žlabů závisela především na typu a počtu vodních kol. Kola na vrchní vodu mívala samostatné žlaby položené v nepatrném spádu a vždy byly užší než vnitřní šířka kola.

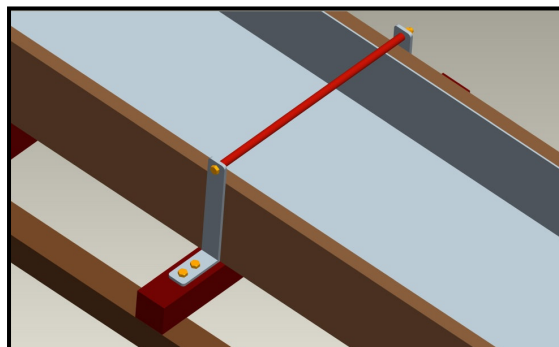
Na výrobu vantroku Jenišovského mlýna čp. 25 navrhuji použít borové řezivo a plechovou výplň. Desky o tloušťce 40mm mezi sebou budou pak spojeny na pero. Plechová výplň má za úkol zabránit úniku vody z vantroku. Koryto bude staženo ocelovou pásovinou tvaru L a smontováno šrouby M16-800 (viz. obr. 8.1, 8.2, 8.3).



Obr. 8.1 Řez hrubého návrhu vantroku Jenišovského mlýna včetně jeho hl. rozměrů



Obr. 8.2 Model navrhovaného vantroku



Obr. 8.3 Detail - stažení šroubem

8.2 Návrhy způsobu přívodu vody na vodní kolo

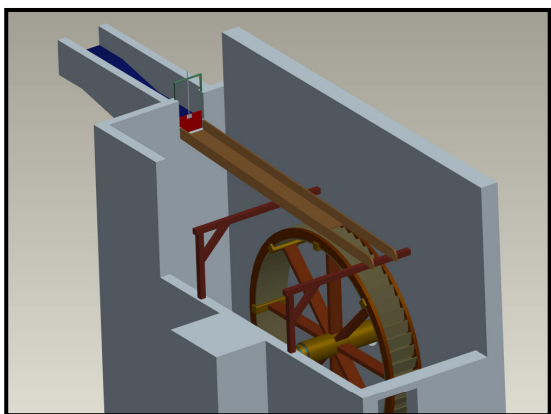
Přívod vody na vodní kolo lze řešit různými způsoby technického řešení. Pro mlýnské kolo Jenišovského mlýna čp. 25 jsem navrhl sedm variantních možností.

Pro názorné znázornění sedmi variant jsem využil model původního kola.

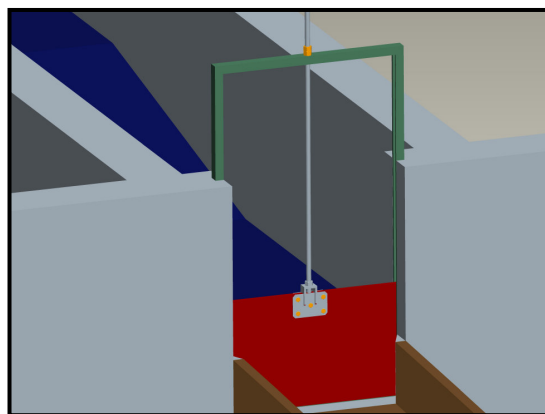
8.2.1 Varianta 1 – stavidlo před vantrokem

Tato jednoduchá varianta je konstrukčně řešena tak, že je průchozím vantrokovým žlabem regulováno množství vody jedním stavidlem těsně před vantrokem, které je možno nastavit maticí na pohybovém šroubu (viz. obr. 8.4, 8.5). Přebytečná voda je pak vypouštěna bočním stavidlem a dále odpadním korytem náhonu do řečiště Ploučnice.

- + *Výhody:*
 - Varianta řeší regulaci množství vody na kolo
 - Jednoduchá konstrukce, vysoká životnost a takřka žádná údržba stavidla
- *Nevýhody:*
 - Vypouštěcí boční stavidlo je ve velké vzdálenosti od lednice
 - Jednoduché ovládání stavidla, avšak jeho zdlouhavé nastavování maticí
 - Varianta se neztotožňuje s mými designovými představami



Obr. 8.4 Stavidlo před vantrokem

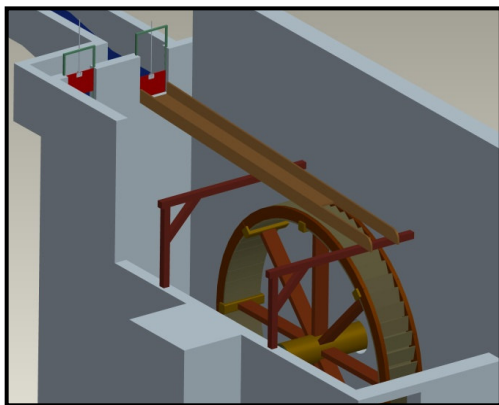


Obr. 8.5 Detail zavřeného stavidla

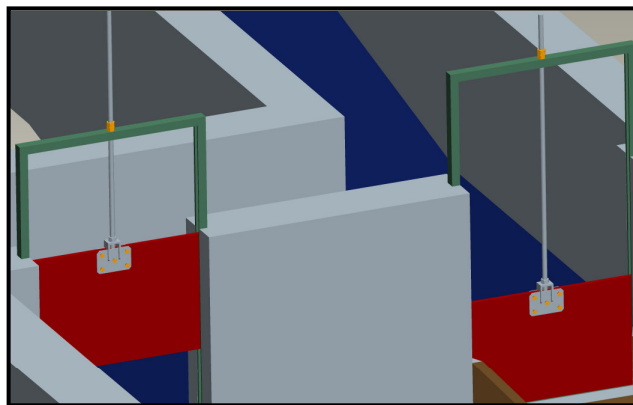
8.2.2 Varianta 2 – stavidla před vantrokem

Varianta 2 je navržena tak, že se mlýnský náhon těsně před prahem rozděluje na dvě průtočné části ukončené stavidly. První přímý vantrok přivádí vodu na mlýnské kolo a druhý jalový pouští vodu mimo kolo do odpadního kanálu lednice. Polohy stavidel jsou nastavovány maticemi na pohybových šroubech (viz. obr. 8.6, 8.7). Tato varianta zřejmě byla použita původním mlynářem v tomto mlýně.

- + **Výhody:**
 - Varianta řeší regulaci množství vody na kolo
 - Jednoduchý systém přivádění vody buď na mlýnské kolo nebo mimo něj
 - Vysoká životnost a takřka žádná údržba stavidel
- **Nevýhody:**
 - Jednoduché ovládání stavidel, avšak jejich zdlouhavé nastavování maticemi
 - Varianta se neztotožňuje s mými designovými představami



Obr. 8.6 Stavidla před vantrokem



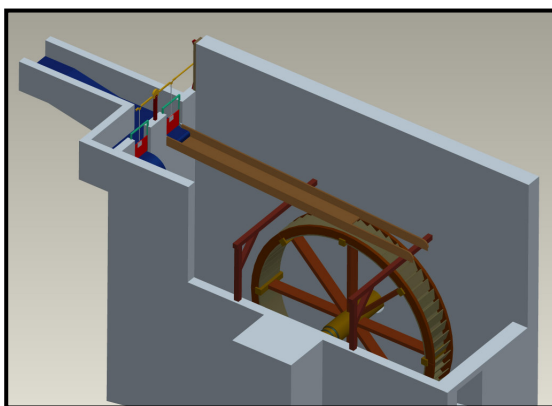
Obr. 8.7 Detail stavidel

8.2.3 Varianta 3 – páková stavidla před vantrokem

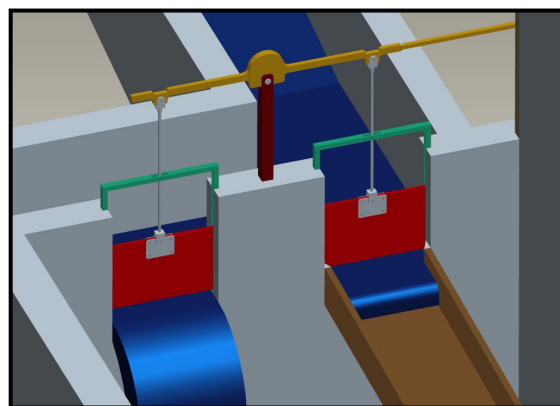
Varianta 3 je konstrukčně řešena obdobně jako varianta číslo 2, kde se náhon těsně před vantrokovým žlabem rozděluje na dvě průtočné části ukončené stavidly. Přímý vantrok přivádí vodu na mlýnské kolo a druhý jalový pouští vodu mimo kolo do odpadního kanálu lednice. Polohy stavidel jsou nastavovány pákovým mechanismem směrem od mlýnice (viz. obr. 8.8, 8.9, 8.10). Poloha ovládací páky je pak fixována zajišťovacím kolíkem (viz. obr. 8.11).

- + **Výhody:**
 - Varianta řeší regulaci množství vody na kolo
 - Jednoduchý a rychlý systém přivádění vody na mlýnské kolo nebo mimo něj
 - Jednoduché ovládání stavidel za pomoci pákového mechanismu z mlýnice
 - Varianta se ztotožňuje s mými design. představami a zachovává si historičnost

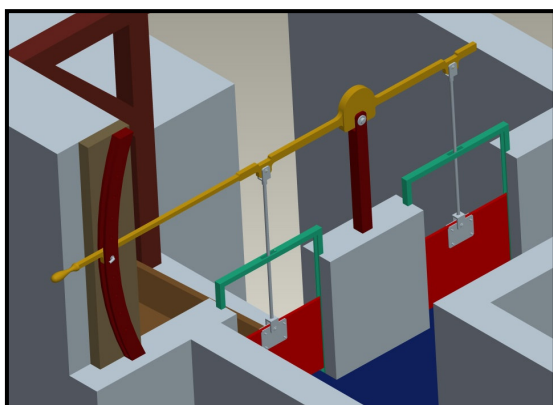
- *Nevýhody:*
 - Poměrně náročné dílenské zpracování
 - Velký krok pákového mechanismu pro obsluhu



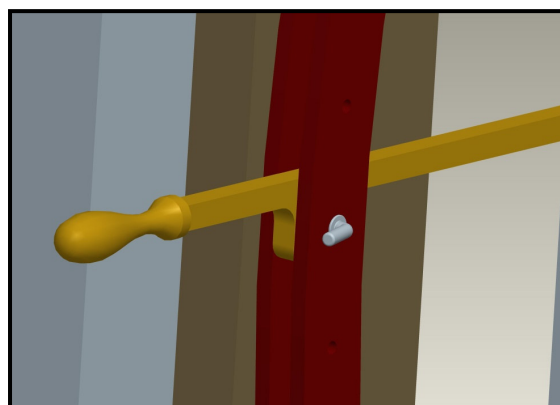
Obr. 8.8 Páková stavidla před vantrkem



Obr. 8.9 Detail pákových stavidel



Obr. 8.10 Detail pákových stavidel

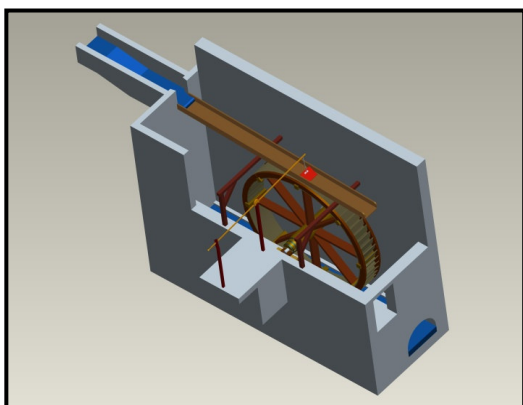


Obr. 8.11 Detail - zajištění páky kolíkem

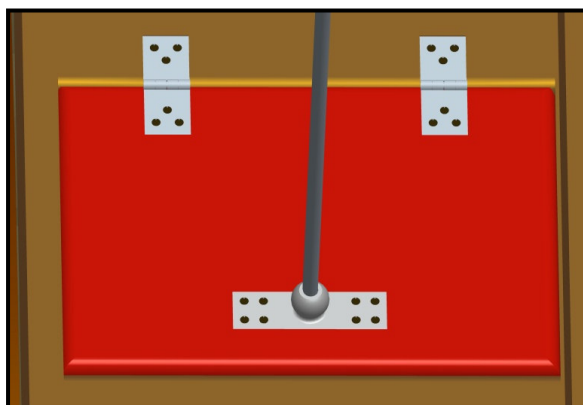
8.2.4 Varianta 4 – sklopka s otvorem ve dně vantroku

Varianta 4 je způsob řešení, kdy je ve vantrku nad mlýnským kolem použita sklopka, kterou tvoří obdélníková deska na pantech (viz. obr. 8.12, 8.13). Při sklopené desce voda proudí dále za mlýnské kolo do odpadního kanálu lednice (viz. obr. 8.14, 8.15). Zvednutím desky zastavíme jalový průtok do lednice a uvolněným otvorem ve dně vantroku voda protéká přímo na mlýnské kolo (viz. obr. 8.16, 8.17). Sklopka je ovládána pákou přes táhlo. Poloha ovládací páky je zajištěna kolíkem.

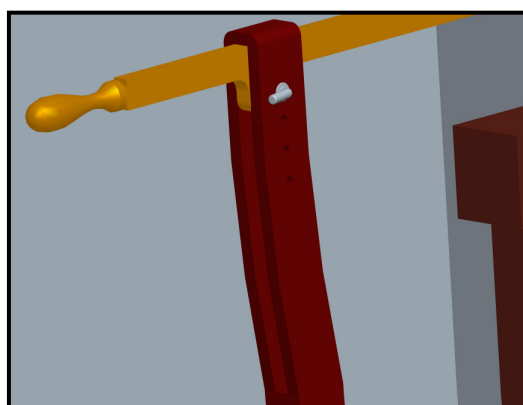
- + *Výhody:*
 - Jednoduchý a rychlý systém přivádění vody na mlýnské kolo nebo mimo něj
 - Jednoduché ovládání sklopky za pomoci páky a táhla
 - Varianta se ztotožňuje s mými design. představami a zachovává si historičnost
- *Nevýhody:*
 - Varianta neřeší regulaci množství vody na kolo
 - Náročná údržba pantů, kloubů a čepů



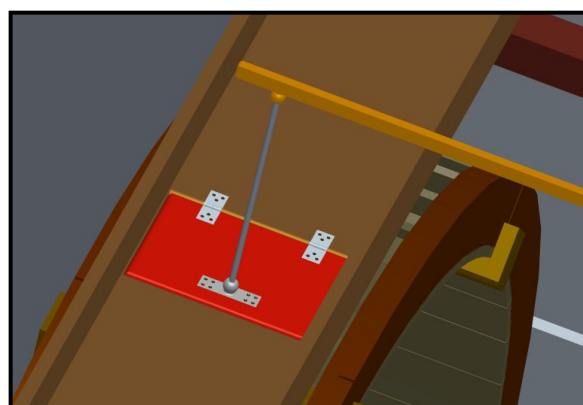
Obr. 8.12 Sklopka ve vantroku



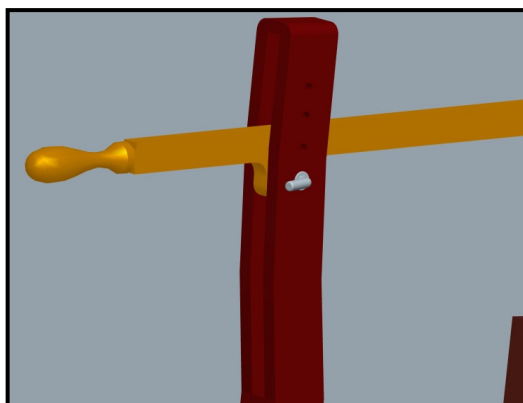
Obr. 8.13 Obdélníková deska na pantech



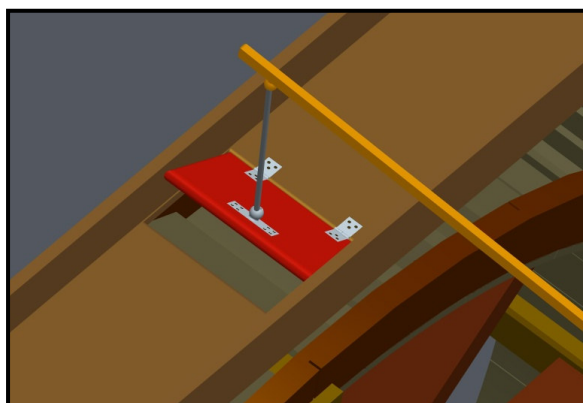
Obr. 8.14 Páka v poloze sklopené



Obr. 8.15 Sklopená deska



Obr. 8.16 Páka v poloze zvednuté

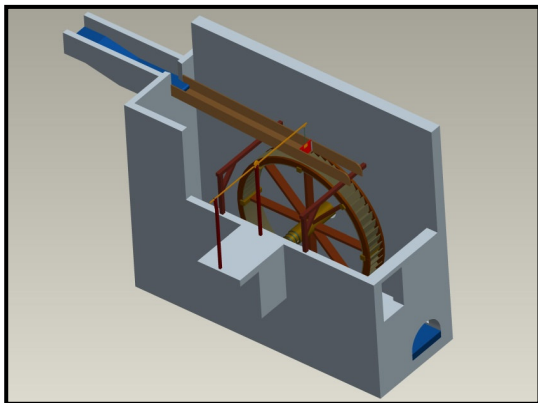


Obr. 8.17 Zvednutá deska

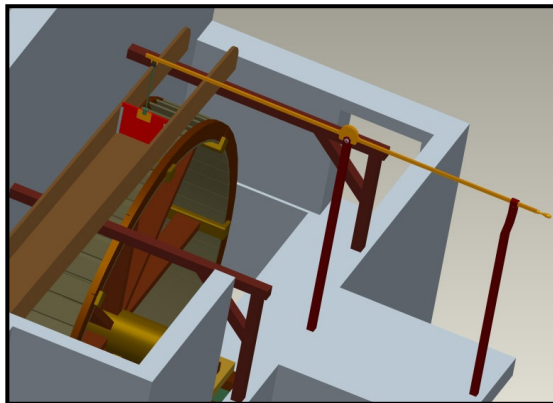
8.2.5 Varianta 5 – stavidlo nad vodním kolem

Varianta 5 je založena na jednom stavidle nad vodním kolem ve vantroku s vyššími bočními stěnami (viz. obr. 8.18, 8.19, 8.20, 8.21). Po uzavření voda nastoupá do maximální hladiny, která nepřevyšuje stěny vantroku a výšku stavidla. Stavidlo je ovládáno pákovým mechanismem se zajištěním na příčný kolík. Přebytková voda je pak vypouštěna bočním stavidlem a dále odpadním korytem náhonu do řečiště Ploučnice.

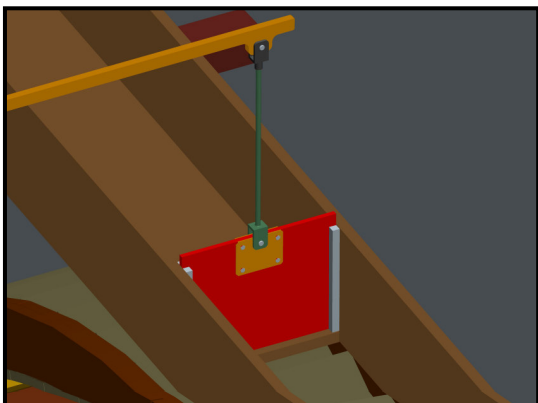
- + *Výhody:*
 - Varianta řeší regulaci množství vody na kolo
 - Jednoduché a bezpečné ovládání stavidla za pomoci páky
- *Nevýhody:*
 - Vypouštěcí boční stavidlo je ve velké vzdálenosti od lednice
 - Vysoká hmotnost vantroku se stavidlem v důsledku množství vody
 - Varianta se neztotožňuje s mými designovými představami



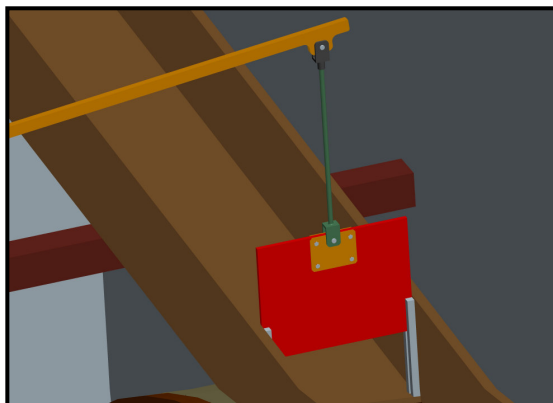
Obr. 8.18 Stavidlo nad vodním kolem



Obr. 8.19 Stavidlo nad vodním kolem



Obr. 8.20 Zavřené stavidlo

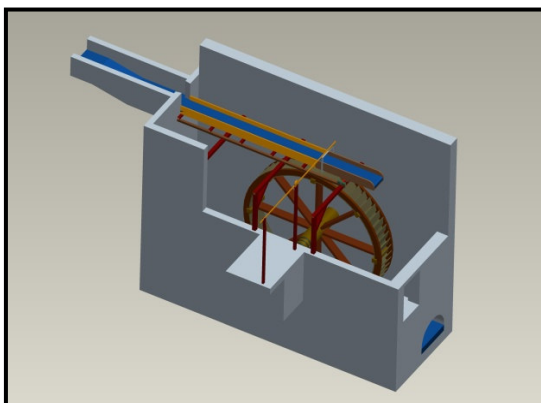
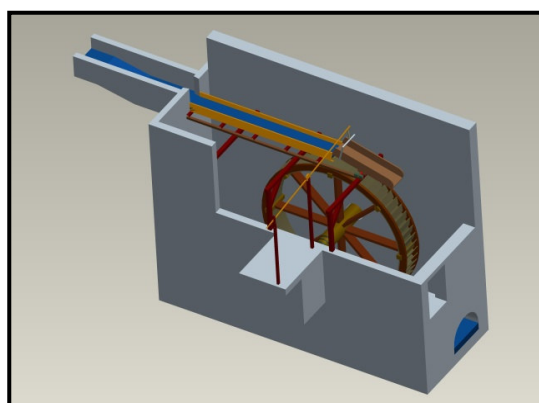
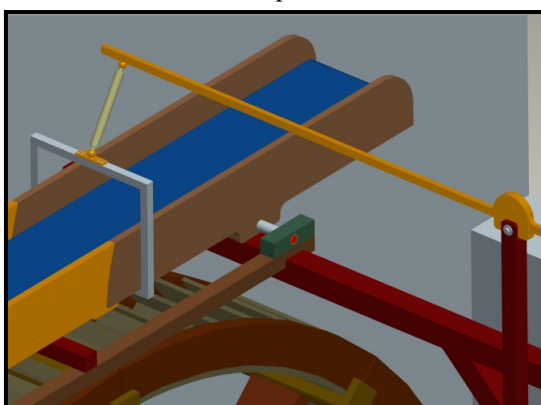
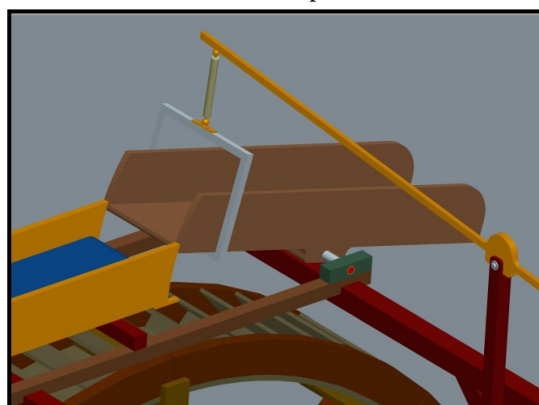


Obr. 8.21 Otevřené stavidlo přes páku

8.2.6 Varianta 6 – nadzvednutí vantroku mimo vodní kolo

Varianta 6 je koncepčně řešena na principu děleného vantroku. Zadní pevná část je nad kolem přerušena a přední pohyblivá část je uložena na hřídeli. Ve zvednuté poloze teče voda na lopatky mlýnského kola (viz. obr. 8.23, 8.25) a při zaklaplé poloze voda protéká za kolo (viz. obr. 8.22, 8.24). Ovládání je zajištěno masivním pákovým mechanismem se zajištěním na příčný kolík.

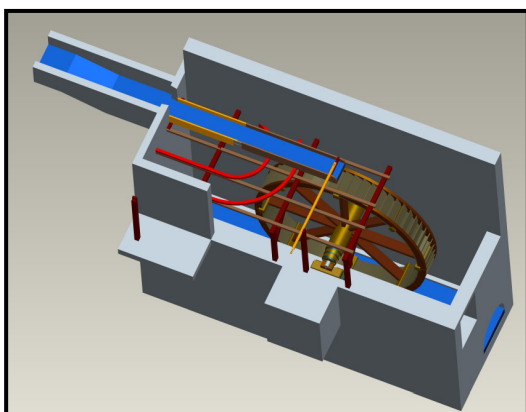
- + *Výhody:*
 - Jednoduchý a rychlý systém přivádění vody na mlýnské kolo nebo mimo něj
 - Poměrně jednoduché ovládání vantroku za pomoci páky
 - Varianta se ztotožňuje s mými design. představami a zachovává si historičnost
- *Nevýhody:*
 - Varianta neřeší regulaci množství vody na kolo
 - Potřeba velké síly na zaklapnutí vantroku
 - Potřeba časté údržby zvedacího mechanismu

Obr. 8.22 *Jalová poloha vantroku*Obr. 8.23 *Pracovní poloha vantroku*Obr. 8.24 *Jalová poloha vantroku*Obr. 8.25 *Pracovní poloha vantroku*

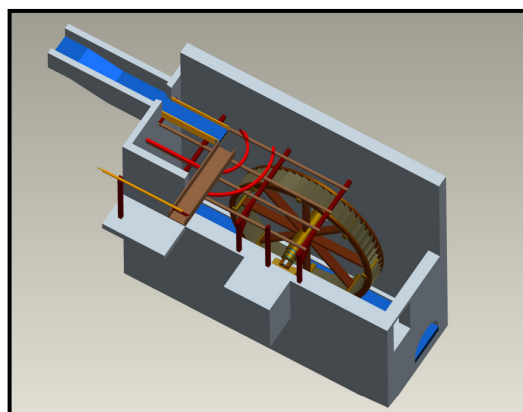
8.2.7 Varianta 7 – vyhnutí vantroku mimo vodní kolo

Varianta 7 je založena na principu děleného vantroku (zadní část – pevná, přední část – pohyblivá), který je v místě rozdělení opatřen po jedné straně pantem. Přední část vantroku se pohybuje po vodících ližinách a vychyluje se do strany o maximální úhel 90°. V pracovní poloze teče voda na lopatky kola (viz. obr. 8.26, 8.28) a ve vychýlené poloze voda protéká před mlýnské kolo do odpadního kanálu lednice (viz. obr. 8.27, 8.29). Vlastní vyhnutí vantroku se provádí za pomoci otočné masivní tyče. Tato tyč je zajištěna v příslušných polohách bezpečnostním kolíkem.

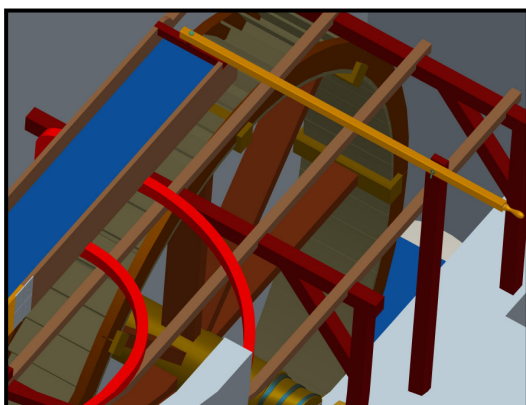
- + *Výhody:*
 - Jednoduchý a rychlý systém přivádění vody na mlýnské kolo nebo mimo něj
 - Poměrně jednoduché ovládání vantroku za pomoci páky
 - Varianta se ztotožňuje s mými design. představami a zachovává si historičnost
- *Nevýhody:*
 - Varianta neřeší regulaci množství vody na kolo
 - Potřeba velké síly na vyhnutí vantroku a vrácení do pracovní polohy
 - Poměrně vysoká výrobní náročnost a cena



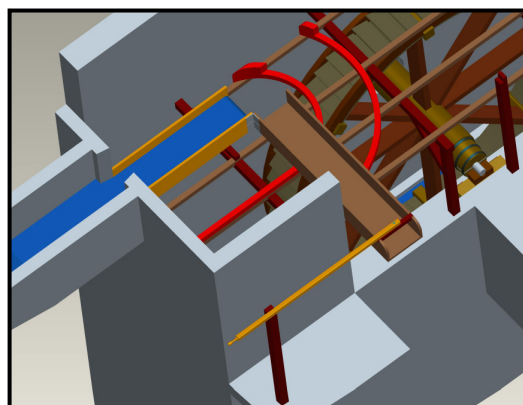
Obr. 8.26 Pracovní poloha vantroku



Obr. 8.27 Jalová poloha vantroku



Obr. 8.28 Pracovní poloha vantroku



Obr. 8.29 Jalová poloha vantroku

8.3 Výběr konečného způsobu přívodu vody na kolo

Výběr konečného způsobu přívodu vody na mlýnské kolo je opět iterativní proces, při kterém je nutné zaobírat se zhodnocením vygenerovaných dílčích návrhů variant, porovnáním jednotlivých variant a výběrem jedné optimální varianty.

V první fázi výběru konečné varianty jsem vytvořil rozhodovací tabulku pro hrubé roztřídění variant (viz. tab. 8.1). Zde jsem všech sedm variant podrobil dle stanovených kritérií přísným hodnocením (+ *kladná vlastnost*, 0 *neutrální vlastnost*, - *záporná vlastnost*). Po hodnocení jsem na základě výsledků stanovil tři varianty (3, 4, 7), které postupují do další fáze.

| KRITÉRIUM | VARIANTY | | | | | | |
|---------------|----------|----|-------|-------|----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Cena | + | - | - | 0 | 0 | - | - |
| Design | - | - | + | 0 | - | + | + |
| Ovladatelnost | - | - | + | + | + | - | + |
| Historičnost | - | - | + | + | 0 | + | + |
| Bezpečnost | 0 | 0 | + | + | + | + | + |
| Bezúdržbovost | + | + | 0 | - | 0 | - | 0 |
| Životnost | + | + | 0 | 0 | 0 | - | - |
| Součet (+) | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| Součet (0) | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 |
| Součet (-) | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 |
| Skóre | 0 | -2 | +2 | +2 | +1 | -1 | +2 |
| Pořadí | 6 | 7 | 1-2-3 | 1-2-3 | 4 | 5 | 1-2-3 |
| Další postup | Ne | Ne | Ano | Ano | Ne | Ne | Ano |

Tab. 8.1 Rozhodovací tabulka pro hrubé rozřídění variant

| KRITÉRIUM | VÁHA | VARIANTY | | | | | |
|----------------|------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|
| | | 3 | | 4 | | 7 | |
| | | Hodnota | Vážená hodnota | Hodnota | Vážená hodnota | Hodnota | Vážená hodnota |
| Cena | 30% | 2 | 0,6 | 4 | 1,2 | 2 | 0,6 |
| Design | 15% | 5 | 0,75 | 2 | 0,3 | 4 | 0,6 |
| Ovladatelnost | 15% | 4 | 0,6 | 4 | 0,6 | 3 | 0,45 |
| Historičnost | 10% | 5 | 0,5 | 2 | 0,2 | 3 | 0,3 |
| Bezpečnost | 10% | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 | 4 | 0,4 |
| Bezúdržbovost | 5% | 3 | 0,15 | 2 | 0,1 | 2 | 0,1 |
| Životnost | 15% | 3 | 0,45 | 3 | 0,45 | 2 | 0,3 |
| Součet | | 3,45 | | 3,25 | | 2,75 | |
| Konečné pořadí | | 1. | | 2. | | 3. | |

Tab. 8.2 Rozhodovací tabulka pro detailní hodnocení variant

V druhé fázi výběru konečné varianty jsem vytvořil rozhodovací tabulku pro detailní vyhodnocení tří shora vybraných variant (viz. tab. 8.2). Zde jsem ke třem variantám opět stanovil různá kritéria s různou váhou. Po přiřazení hodnot (*min.* 1 ÷ *max.* 5) a vypočtení vážených hodnot jsem dospěl ke konečnému pořadí. Vítězem se stala varianta číslo 3. Z důvodů rozsahu práce není možné se dále zabývat zlepšováním vantroku a jeho systému.

KONSTRUKČNÍ ČÁST

9. FINÁLNÍ VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Finální výkresová dokumentace vodního kola byla vytvořena softwarem ProEngineer WildFIRE 2.0 a AutoCADem 2005 CZ a je umístěna ve speciálních deskách s názvem „přílohy“.

Finální výkresová dokumentace obsahuje:

- Sestava vodního kola včetně kusovníku (FS – INI – 01)
- Výrobní výkres hřídele vodního kola (FS – INI – 01 – 01)
- Výrobní výkres ramena (FS – INI – 01 – 02)
- Výrobní výkres přeslice (FS – INI – 01 – 03)
- Výrobní výkres nosiče segmentu (FS – INI – 01 – 04)
- Výrobní výkres segmentu (FS – INI – 01 – 05)

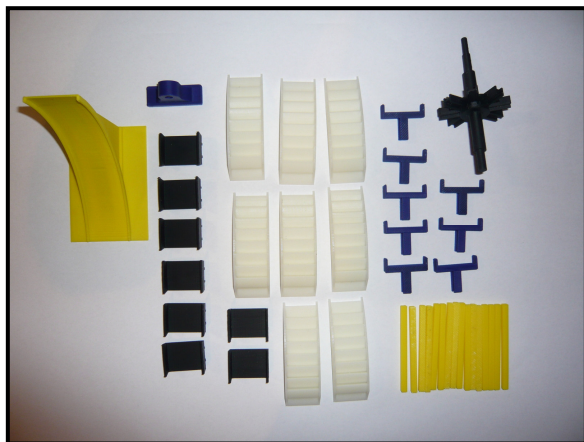
10. PROTOTYP VODNÍHO KOLA

Pro názorné představení mého návrhu vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 jsem vytvořil prezentační prototyp. Jelikož vlastní výroba prototypu je sub-proces časově velmi náročný a finančně nákladný, využil jsem z těchto důvodů progresivní technologie „Rapid prototyping“ (rychlý vývoj prototypu) - metodu FDM.

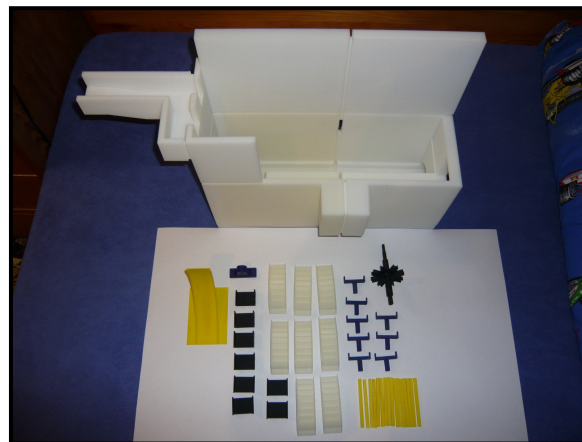
„Metoda FDM (Fused Deposition Modeling) je základním řešením systémů americké firmy Stratasys, určených pro rychlou výrobu vysoce kvalitních modelů z různých materiálů (ABS, vosk...). Netoxický materiál ve formě vlákna je navinut na vyměnitelné cívce a dopravován do speciální pohyblivé hlavy. Zde je natavován a přes tenkou trysku nanášen v podobě tenkého vlákna na vyjímatelnou základovou desku. Vlákna se vzájemně spojují a vytváří ultratenké vrstvy a staví tak model vrstvu po vrstvě. Současně s modelovacím materiálem je v jednotlivých vrstvách nanášen materiál pro stavbu systému podpor, pokud to tvar modelu vyžaduje.“ ^{10.1}

Prototyp vodního kola metodou FDM jsem vyhotovil v laboratořích Katedry výrobních systémů na TUL pod vedením Ing. Petra Zeleného, Ph.D. na stroji Prodigy z ABS materiálu. Vlastní výroba modelu spočívala v převedení 3D dat dílů vodního kola z Pro ENGINEER Wildfire 2.0 do formátu STL, dále pak softwarové nastavení vrstvení, orientace a podpůrné

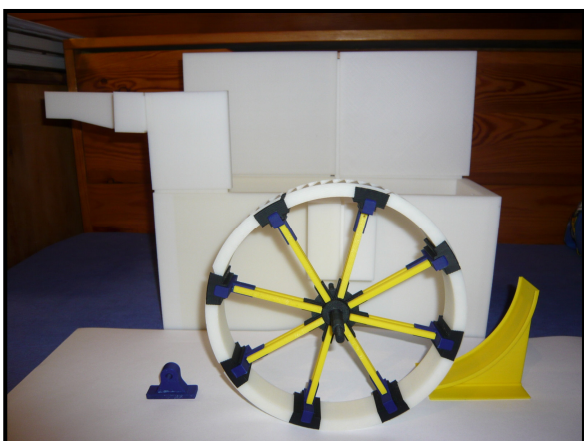
konstrukce dílů v programu Inside a poté vlastní stavba fyzických dílů modelu principem nanášení vrstev. Po dokončení stavby jednotlivých dílů modelu následovaly závěrečné dokončovací operace (rozpuštění podpůrných konstrukcí, sušení, úprava povrchu...).



Obr. 10.1 Vyrobené díly vodního kola



Obr. 10.2 Díly vodního kola s lednicí



Obr. 10.3 Sestavené vodní kolo s lednicí



Obr. 10.4 Kontrola vodního kola

Důvody tvorby prezentačního prototypu vodního kola:

- Náznorné představení navrhované konstrukce při obhajobě diplomové práce.
- Představení modelu zadavateli a široké veřejnosti.
- Ověření konstrukce vodního kola
- Převedení teoretických poznatků o technologii Rapid prototyping do praxe.

^{10.1} Web katedry výrobních systémů KVS TUL - <http://www.kvs.tul.cz/>

11. NÁKLADY NA REALIZACI VODNÍHO KOLA

V této kapitole jsem se zabíral předběžnými náklady na realizaci mého návrhu. Jedná se o tyto nákladové položky:

1. Projektová dokumentace

- | | |
|---|-----------|
| • Výrobní projektová dokumentace | 20 000 Kč |
| • Dotační projektová dokumentace (program Leader) | 40 000 Kč |

2. Stavební práce

- | | |
|------------------|-----------|
| • Stavební dozor | 10 000 Kč |
| • Bourací práce | 35 000 Kč |
| • Zemní práce | 20 000 Kč |
| • Stavební práce | 80 000 Kč |

3. Výroba vodního kola

a) Hřídél [1 ks]

- | | |
|------------|-----------|
| • Materiál | 16 800 Kč |
| • Výroba | 12 000 Kč |

b) Rozeta [1 ks]

- | | |
|------------|-----------|
| • Materiál | 7 200 Kč |
| • Výroba | 13 800 Kč |

c) Ramena [16 ks]

- | | |
|------------|----------|
| • Materiál | 7 000 Kč |
| • Výroba | 3 000 Kč |

d) Přeslice [8 ks]

- | | |
|------------|-----------|
| • Materiál | 6 800 Kč |
| • Výroba | 16 000 Kč |

e) Nosiče segmentů [8 ks]

- | | |
|------------|-----------|
| • Materiál | 8 700 Kč |
| • Výroba | 24 000 Kč |

f) Segmenty [8 ks]

- | | |
|------------|------------|
| • Materiál | 100 800 Kč |
| • Výroba | 120 000 Kč |

g) Ložiska a uložení [2 ks]

- Ložiska 24 000 Kč
- Uložení ložiska 12 000 Kč

h) Spojovací materiál a doplňky

- Spojovací materiál 8 000 Kč
- Doplňky 2 000 Kč

4. Výroba vantrokového systému

- Výroba vantrokového žlabu 10 000 Kč
- Výroba pákového mechanismu 14 000 Kč

5. Doprava a montáž vodního kola

- Doprava součástí na místo určení 6 000 Kč
- Montáž hřídele za pomoci jeřábu 10 000 Kč
- Montáž jednotlivých dílů v celek 15 000 Kč
- Ochranné nátěry jednotlivých částí kola 10 000 Kč

6. Montáž vantrokového systému

- Usazení vantroku 8 000 Kč
- Montáž pákového mechanismu 10 000 Kč

7. Zkušební provoz

- Zkouška házivosti a seřízení 2 000 Kč
- Kontrola stavidel a regulace vody 1 000 Kč
- Kontrola stavidel a regulace vody 3 000 Kč

8. Ostatní

- Vytvoření provozního řádu 3 000 Kč
- Vytvoření marketingové informační tabule 10 000 Kč

Uvedené ceny jsou s 20% DPH.

Celkem tedy náklady činí **729 100 Kč**, po převedení na Eura se jedná přibližně o částku **28 525 €** (při současném kurzu 1 € = 25,56 Kč).

ZÁVĚR

V současných tvrdých konkurenčních podmínkách je cílem každého lázeňského města zkvalitňovat a inovovat nabídku pro potencionální turisty a lázeňské hosty. Hlavním cílem města Osečná je proto odstranění brownfieldů, opravy rizikových vodních děl a vytváření turistické infrastruktury. Byla již dokončena rekonstrukce Jenišovského rybníka včetně samotného náhonu a teď chybí zrealizovat pouze chybějící vodní kolo.

Při realizaci tohoto cíle by městu měla pomoci i moje diplomová práce.

Ta se zabývá právě návrhem a konstrukcí vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 v Osečné. Práci jsem rozdělil na část teoretickou, praktickou a část návrhovou a konstrukční.

Teoretická část je věnována podkladům o mlýnech a vodních motorech. Smyslem této části práce bylo hlubší proniknutí do dané problematiky.

V praktické části práce seznamuji čtenáře s městem Osečná a jeho komplexy, historií mlýnů a jejím současným stavem s přihlédnutím na Jenišovský mlýn. Dále se v této části zabývám Jenišovským rybníkem a jeho mlýnským náhonem. Nejdůležitějším faktorem bylo pro mě množství vody v náhonu. Jednou z možností, jak potřebné údaje zjistit, bylo změření průtoku vody metodou přelivů ve tvaru obdélníkového (Bazinův přeliv) a do písmene V (Thomasonův přeliv). Po nastudování uvedených metod jsem v dílně vytvořil měřidla a postupně je instaloval do mlýnského náhonu, do míst těsně před budoucí vodní kolo. Výsledky obou měření byly takřka shodné a porovnatelné s hodnotami, které mi sdělil poslední zdejší mlynář pan Miloslav Jiránek.

Na počátku návrhové části práce projektu vodního kola jsem se zabýval podrobnou historií zmíněného vodního motoru, jeho umístěním, způsobem pohonu, přívodem vody na kolo a měřením rozdílu hladin. Dále jsem vypracoval harmonogram postupu od návrhu až po konstrukci projektu včetně závěrečné prezentace.

Koncepční návrhovou část práce jsem započal dotazníkovým průzkumem (30 dotazníků) s cílem identifikovat názor na znovuoobnovení vodního motoru v Jenišovském mlýně. Z výsledků vyplynulo, že lidé by preferovali vodní kolo před vodní turbínou. V další fázi jsem provedl identifikaci potřeb a to na základě zadavatele (vedení města Osečná) prostřednictvím interview. Jednotlivé potřeby byly dle významu zaneseny do tzv. afinního

diagramu a z něj pak byla vytvořena tabulka s relativním významem jednotlivých potřeb, které byly zahrnuty při generování návrhů vodního kola.

Ve fázi generování konceptu vodního kola jsem provedl průzkum již známých řešení. Využil jsem k tomu: poznatků ze studia odborných literatur týkajících se problematiky vodních kol, konzultace s experty, osobní prohlídky funkčních i nefunkčních vodních kol, průzkum internetového média a patentu.

V další fázi konceptu jsem na základě výpočtu základních rozměrů vodního kola Jenišovského mlýna vygeneroval 10 návrhů vodního kola a hrubě jej popsal včetně jejich výhod a nevýhod. Následně jsem provedl výběr optimální varianty vodního kola pro další vývoj a zlepšování prostřednictvím rozhodovací matice. Ta spočívala v ocenění každé varianty na základě předem stanovených kritérií, která mají různé váhy. Po hrubém roztřídění všech variant následovalo detailní vyhodnocení tří vybraných. Vítězem se nakonec stala varianta 8 – míšené vodní kolo s osmi nosnými a pracovními částmi.

Následující fáze konceptu byla zaměřena na podrobný výpočet a kontrolu vítězné varianty. Byl navrhnut a zkontrolován hřídel za přispění softwaru Mechsoft a provedena analýza hřídele metodou konečných prvků. Byly také navržena a zkontrolována valivá ložiska a vypočten potřebný profil ramena.

V závěrečné fázi konceptu jsem provedl finální specifikaci vodního kola s popisem dekompozičních parametrů. Poté jsem vyhotovil dva inovační návrhy (studie) ke zvýšení jeho výkonu. Inovačním prvkem v první variantě bylo vodní kolo se zadržovačem vody a ve druhé variantě vodní kolo s obráceným chodem, zadržovačem vody a upraveným vantrokem. Na závěr koncepční části jsem nastínil dvě možné varianty využití vodní energie. První varianta je založena na opětovném navrácení mlýna do provozu a druhá pak k výrobě elektrické energie pro napájení například veřejného osvětlení či k prodeji do veřejné sítě – vypočtený hrubý zisk za rok by při průměrném výkonu činil 26 155 Kč (ČEZ – výkupní cena 2,34 Kč/1kW).

Návrhovou část diplomové práce jsem zakončil hrubým návrhem vantrokového žlabu a dále jsem vytvořil sedm variant způsobů přívodu vody na kolo. Ty byly detailně rozebrány a následně oceněny dle předem stanovených kritérií. Vítězem se nakonec stala varianta 3 – páková stavidla před vantrokem.

V konstrukční části byla provedena výkresová dokumentace (sestava vodního kola včetně kusovníku a výrobní výkresy vybraných dílů – hřídel, rameno, přeslice, nosič segmentu a segment) a to prostřednictvím softwaru ProEngineer WildFIRE 2.0 a AutoCAD 2005 CZ.

Pro názorné představení mého návrhu vodního kola Jenišovského mlýna čp. 25 jsem vytvořil i prezentační prototyp. Byl vytvořen progresivní technologií „Rapid prototyping“ (rychlý vývoj prototypu) - metodou FDM z ABS materiálu na Katedře výrobních systémů na TUL.

V současné době se můj konstrukční návrh ověřuje a zároveň se vyhodnocují i slabá místa konstrukčního řešení, jako např. výrobní a provozní náročnost.

Náklady na realizaci mého návrhu jsem vyčíslil na 729 100 Kč (28 525 €).

Cíl diplomové práce byl dle mého názoru dosažen a splněn, neboť s využitím poznatků získaných při zpracování teoretické a praktické části práce bylo v návrhové a konstrukční části navrženo vodní kolo, jehož konstrukční řešení je ekologicky šetrné, bezpečné a bezúdržbové za využití inovačních prvků.

Jako další téma vhodné pro diplomovou práci může být:

- Využití získané energie
- Opětovné zprovoznění historického mlynářského zařízení
- Automatizace regulace množství přiváděné vody na kolo

OBRAZOVÁ DOKUMENTACE

1. KAPITOLA: Vodní mlýny

- [1/1] Starý český mlýn – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 39
- [1/2] Pohon a převody – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 44
- [1/3] Mlýnská hranice – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 43
- [1/4] Mlecí zařízení – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 47
- [1/5] Prosévací ústrojí – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 50
- [1/6] Plán uměl. mlýna – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 72
- [1/7] Inzerát: modernizace mlýna – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 69

2. KAPITOLA: Vodní kolo

- [2/1] Základní členění vodních kol - <http://www.elektrarny.xf.cz/procsetoci.php>
- [2/2] Graf použitelnosti kol - <http://mve.energetika.cz/vodnimotory/kola-obecne.htm>
- [2/3] Korečník na horní vodu - http://www.vodnikola.cz/typy_vodnich_kol.html
- [2/4] Inzerát z r.1931 – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 166
- [2/5] Varianty čepů hřídele – *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, str. 44
- [2/6] Kovová hřídel s rozetou – *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II*, str. 161
- [2/7] Plechové lopatky a jejich upevnění – *Vodní motory*, str. 157
- [2/8] Konstrukce paraboly – *Vodní motory*, str. 154
- [2/9] Geometrie: relativní dráha vytékající vody – *Vodní motory*, str. 153
- [2/10] Hřídel s vodním a palečným kolem – *Vodní motory*, str. 168

3. KAPITOLA: Město Osečná

- [3/1] Město Osečná – foto: Mgr. Miroslav Lát
- [3/2] Rozhledna – autor 3D výkresu: Vojtěch Geryk a Ing.Vít Huška
- [3/3] Rozhledna – autor upraveného foto: Vojtěch Geryk a Ing.Vít Huška

4. KAPITOLA: Mlýny v Osečné

[4/1] Jenišovský mlýn – foto: Mgr. Miroslav Lát

[4/2] Ferklův mlýn – Archiv města Osečná

[4/3] Ferklův mlýn – foto: Mgr. Miroslav Lát

[4/4] Porschův mlýn – Archiv města Osečná

[4/5] Porschův mlýn – foto: Mgr. Miroslav Lát

[4/6] Mlýn čp. 59 – foto: Mgr. Miroslav Lát

[4/7] Mlýn čp. 45 – foto: Mgr. Miroslav Lát

[4/8] Mlýn čp. 37 – foto: Mgr. Soňa Vastlová a Mgr. Radka Jánošíková

[4/9] Válcová stolice – foto: Mgr. Soňa Vastlová a Mgr. Radka Jánošíková

LITERATURA A OSTATNÍ ZDROJE INFORMACÍ

- [1/8] ŠTĚPÁN L.; KŘIVANOVÁ M.: *Dílo a život mlynářů a sekerníků v Čechách*, ARGO 2000, 308 s., ISBN 80-7203-254-2
- [1/9] ŠTĚPÁN L.; URBÁNEK R.; KLIMEŠOVÁ H. A KOLEKTIV: *Dílo mlynářů a sekerníků v Čechách II.*, ARGO 2008, 316 s., ISBN 978-80-257-0015-0
- [1/10] KLEMPERA J: *Vodní mlýny v Čechách VII.* LIBRI 2003, 178 s., ISBN 9788072771677
- [1/11] KOLÁŘ, V.; PATOČKA, C.; BÉM J.: *Hydraulika*, SNTL Alfa, Praha 1983. 480 s., TČ.: L17-C3-V-41/78 115 vydání 1, 04-718-83
- [1/12] HÝBL J.: *Vodní motory*, Česká Matice technická s podporou Min. školství a národní osvěty, Praha 1922. 170 s., č. V.274
- [1/13] MAŠÍN, I.; ŠEVČÍK, L.: *Metody inovačního inženýrství*, Liberec : TU v Liberci, 170 s., ISBN 80-903533-2-0
- [1/14] ING. VÁVRA PAVEL A KOL.: *Strojnické tabulky*, Praha : Praha SNTL 1983
- [1/15] ING.KŘÍŽ R. A ING.VÁVRA P.: *Strojírenská příručka 5,6*, Praha : Praha 1994, ISBN 80-85827-59-X
- [1/16] ING. ZELENÝ JIŘÍ : *Stavba strojů – strojní součásti*, Brno : Co,puter Press, 2000. 158 s., ISBN 80-7226-311-0

Internetové zdroje:

- [1/17] Město Osečná <http://www.osecna.info/>
- [1/18] Mikroregion Podralsko <http://www.podralsko.info/>
- [1/19] Abeceda malých vodních pohonů <http://mve.energetika.cz/>
- [1/20] Vodní motory <http://www.elektrarny.xf.cz/vodnikola.php>
- [1/21] Vodní kola <http://www.vodnikola.cz/>

Firemní literatura:

- [1/22] Interní materiály města Osečná

PŘÍLOHY

| | | |
|----------------------|---|----------|
| PŘÍLOHA č. 1: | Vzorový dotazník | 1 |
| PŘÍLOHA č. 2: | Korečník na horní vodu: klasická dřevěná vodní kola | 2 |
| PŘÍLOHA č. 3: | Korečník na horní vodu: vodní kola s železnou hřídelí a rozetou | 3 |
| PŘÍLOHA č. 4: | Korečník na horní vodu: kovová vodní kola | 4 |